Министерство образования и науки Российской Федерации

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В ДЕКАБРЕ 1957 ГОДА, ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

№ 4 (364)
2016

Журнал включен в "Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук"

Журнал представлен в Научной электронной библиотеке (НЭБ) и имеет импакт-фактор РИНЦ

Журнал включен в Международные базы данных: SCOPUS и CAS(pt), индексирующие научные издания

Электронный вариант журнала размещен на сайте http://ttp.ivgpu.com

Издание Ивановского государственного политехнического университета

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 4 (364) ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 2016

Р Е Д А К Ц И О Н Н А Я К О Л Л Е Г И Я

Главный редактор: *Р.М. АЛОЯН (чл.-корр. РААСН, д.т.н., проф.).*
Первый заместитель главного редактора: *С.В. ФЕДОСОВ (академик РААСН, д.т.н., проф.).*

Заместители главного редактора:

Б.Н. ГУСЕВ (д.т.н., проф.), А.Г. МАКАРОВ (д.т.н., проф.),
А.Б. ПЕТРУХИН (д.т.н., проф.), К.Э. РАЗУМЕЕВ (д.т.н., проф.).

Члены редколлегии:

Н.М. АШНИН (д.т.н., проф.), М.Г. БАЛЫХИН (к.э.н., проф.), В.Н. БЛИНИЧЕВ (д.т.н., проф.), В.Ф. ГЛАЗУНОВ (д.т.н., проф.), Н.Н. ЕЛИН (д.т.н., проф.), В.А. ЗАВАРУЕВ (д.т.н., проф.), Е.Н. КАЛИНИН (д.т.н., проф.), О.В. КАЩЕЕВ (д.пс.н., проф), А.М. КИСЕЛЕВ (д.т.н., проф.), Ж.Ю. КОЙТОВА (д.т.н., проф.), А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ (д.т.н., проф.), Н.Л. КОРНИЛОВА (д.т.н., проф.), Н.А. КУЛИДА (д.т.н., проф.), В.Е. МИЗОНОВ (д.т.н., проф.), Е.Н. НИКИФОРОВА (д.т.н., проф.), С.Д. НИКОЛАЕВ (д.т.н., проф.), А.Ф. ПЛЕХАНОВ (д.т.н., проф.), Л. П. РОВИНСКАЯ (д.т.н., проф.), В.Е. РОМАНОВ (д.т.н., проф.), С.П. РУДОБАШТА (д.т.н., проф.), П.Н. РУДОВСКИЙ (д.т.н., проф.), В.В. САФОНОВ (д.т.н., проф.), П.А. СЕВОСТЬЯНОВ (д.т.н., проф.), Н.А. СМИРНОВА (д.т.н., проф.), Г.Г. СОКОВА (д.т.н., проф.), А.А. ТЕЛИЦЫН (д.т.н., проф.), Н.М. ФИЛИМОНОВА (д.э.н., проф.), А.В. ФИРСОВ (д.т.н., проф.), Л.П. ШЕРШНЕВА (д.т.н., проф.), Ю.С. ШУСТОВ (д.т.н., проф.), В.П. ЩЕРБАКОВ (д.т.н., проф.), С.С. ЮХИН (д.т.н., проф.).

Р Е Д А К Ц И О Н Н Ы Й С О В Е Т

В.С. БЕЛГОРОДСКИЙ (д.с.н., проф.), А.В. ДЕМИДОВ (д.т.н., проф.), К.И. КОБРАКОВ (д.т.н., проф.), В.Л. МАХОВЕР (д.т.н., проф.), Ю.В. ПАВЛОВ (д.т.н., проф.), А.П. СОРКИН (д.т.н., проф.), А.А. ТИТУНИН (д.т.н., проф.).

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ*

Адрес редакции: 153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 21.
Тел.: (4932) 41-75-02. Факс: (4932) 41-50-88.
E-mail: ttp@ivgpu.com
http://ttp.ivgpu.com

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 02.08.2016. Подписано в печать 29.08.2016. Формат 60x84 ⅛. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. Усл.-печ. л. 33,02; Усл. кр.-отт. 33,52. Заказ 898.

Тираж 400 экз.

"Известия вузов. Технология текстильной промышленности"
Издание Ивановского государственного политехнического университета
153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 21.
E-mail:ttp@ivgpu.com

Издательско-полиграфический комплекс "ПресСто"
153025, г. Иваново, ул. Дзержинского, 39, оф. 307
Тел. (4932) 26-26-50, 26-26-30
E-mail: pressto@mail.ru

© "Известия вузов. Технология текстильной промышленности", 2016

**Ministry of Education and Science
of Russian Federation**

PROCEEDINGS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

TEXTILE INDUSTRY TECHNOLOGY

SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

ESTABLISHED IN DECEMBER OF 1957, 6 ISSUES PER YEAR

№ 4 (364)
2016

The journal is included in the "List of the leading peer-reviewed journals and publications issued in the Russian Federation, in which the major scientific results of dissertations for the degrees of doctor and candidate of sciences should be published"

The journal is presented in the Scientific Electronic Library and has an RSCI impact factor

The journal is included in the Scopus and CAS(pt) bibliographic databases

The on-line version of the journal is available at http://ttp.ivgpu.com

Published by Ivanovo State Polytechnic University

PROCEEDINGS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

№ 4 (364) TEXTILE INDUSTRY TECHNOLOGY 2016

E D I T O R I A L B O A R D

Chief editor *R.M. ALOYAN (corr. memb. RAACS, d.en.s., prof.).*
First deputy of chief editor: *S.V. FEDOSOV (acad. RAACS, d.en.s., prof.).*

Deputy editors:

B.N. GUSEV (d.en.s., prof.), A.G. MAKAROV (d.en.s., prof.), A.B. PETRUKHIN (d.en.s., prof.), K.E. RAZUMEEV (d.en.s., prof.).

Editorial board members:

N.M. ASHNIN (d.en.s., prof.), M.G. BALYKHIN (c.ec.s., prof.), V.N. BLINICHEV (d.en.s., prof.), V.F. GLASUNOV (d.en.s., prof.), N.N. ELIN (d.en.s., prof.), V.A. ZAVARUEV (d.en.s., prof.), E.N. KALININ (d.en.s., prof.), O.V. KASHCHEEV (d.ps.s., prof.), A.M. KISELEV (d.en.s., prof.), A.R. KORABELNIKOV (d.en.s., prof.), N.L. KORNILOVA (d.en.s., prof.), ZH.YU. KOYTOVA (d.en.s., prof.), N.A. KULIDA (d.en.s., prof.), V.E. MIZONOV (d.en.s., prof.), E.N. NIKIFOROVA (d.en.s., prof.), S.D. NIKOLAEV (d.en.s., prof.), A.F. PLEKHANOV (d.en.s., prof.), L.P. ROVINSKAYA (d.en.s., prof.), V.E. ROMANOV (d.en.s., prof.), S.P. RUDOBASHTA (d.en.s., prof.), P.N. RUDOVSKII (d.en.s., prof.), V.V. SAFONOV (d.en.s., prof.), P.A. SEVOSTYANOV (d.en.s., prof.), N.A. SMIRNOVA (d.en.s., prof.), G.G. SOKOVA (d.en.s., prof.), A.A. TELITSYN (d.en.s., prof.), N.M. FILIMONOVA (d.ec.s., prof.), A.V. FIRSOV (d.en.s., prof.), L.P. SHERSHNEVA (d.en.s., prof.), YU.S. SHUSTOV (d.en.s., prof.), V.P. SHCHERBAKOV (d.en.s., prof.), S.S. YUKHIN (d.en.s., prof.).

E D I T O R I A L C O U N C I L

V.S. BELGORODSKII (d.soc.s., prof.), A.V. DEMIDOV (d.en.s., prof.), K.I. KOBRAKOV (d.en.s., prof.), V.L. MAKHOVER (d.en.s., prof.), YU.V. PAVLOV (d.en.s., prof.), A.P. SORKIN (d.en.s., prof.), A.A. TITUNIN (d.en.s., prof.).

Executive secretary *S.L. KHALEZOV*

Address: 153000, Ivanovo, Sheremetev av., 21.
Tel.: +7(4932)41-75-02, fax: +7(4932)41-50-88.
E-mail: ttp@ivgpu.com
http:// ttp.ivgpu.com

Registered with the Ministry of Printing of Russian Federation. Registration no. 796. Passed for typesetting on 02.08.2016. Signed for printing on 29.08.2016. Format 60×84 ⅛. Book/journal paper. Offset printing. 33.02 conventional sheets. 33.52 conventional. Order 898.

Circulation of 400.

"Proceedings of institutions of higher education. Textile Industry Technology"
Published by Ivanovo State Polytechnic University
153000, Ivanovo, Sheremetev av., 21.
E-mail: ttp@ivgpu.com

Publishing-printing complex "PresSto"
153025, Ivanovo, Dzerdzinskogo, 39, of. 307
Tel. (4932) 26-26-50, 26-26-30
E-mail: pressto@mail.ru

© Proceedings of institutions of higher education. Textile Industry Technology, 2016

УДК 621.577.6: 338.001.36

АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДУШНОГО ТЕПЛОВОГО НАСОСА И ЭЛЕКТРОКОТЛА В УСЛОВИЯХ ТЕКСТИЛЬНОГО И ШВЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

ANALYSIS OF ENERGY EFFICIENCY OF AIR HEAT PUMPS AND ELECTRIC BOILERS IN TEXTILE AND CLOTHING PRODUCTION

Р.М. АЛОЯН, В.Н. ФЕДОСЕЕВ, А.Б. ПЕТРУХИН, И.А. ЗАЙЦЕВА, В.А. ВОРОНОВ, В.А. ЕМЕЛИН
R.M. ALOYAN, V.N. FEDOSEEV, A.B. PETRUKHIN, I.A. ZAITSEVA, V.A. VORONOV, V.A. EMELIN

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: voronovv@my.com

Проведен сравнительный анализ эффективности двух различных теплоснабжающих систем: теплового насоса и электрического котла. Показано, что тепловые насосы не только значительно энергоэффективнее электрических котлов, но и позволяют потребителю экономить значительную часть его денежных средств.

A comparative analysis of the effectiveness of two different heat supply systems, heat pump and electric boiler. It is shown that heat pumps are much more energy efficient electric boiler, saving the consumer a significant portion of its cash flows.

Ключевые слова: тепловые насосы, электрические котлы, система теплоснабжения, автономное теплоснабжение.

Keywords: heat pumps, electric heaters, heating system, independent heating.

Удельная энергоемкость российского ВВП в 2,5 раза выше среднемирового уровня и в несколько раз превышает показатели развитых стран. Внутри страны этот разрыв отчасти компенсируют низкие цены на топливо. Но не следует забывать, что, во-первых, запасы ископаемого топлива не возобновляются, во-вторых, именно при их сгорании в атмосферу попадает около 60% всех парниковых газов, оксиды азота, диоксид серы, твердые частицы и

тяжелые металлы, негативно влияющие на окружающую среду и здоровье людей [1].

Таким образом, вопросы энергоэффективности и энергосбережения для России являются очень актуальными.

Минэкономразвития РФ прогнозирует значительное повышение потребления электроэнергии с 2013 по 2030 гг. в среднем на 8%, а тепловой энергии – на 12 % (рис. 1 – потребление электроэнергии для производства 1 млрд. дол. ВВП, тыс. тонн нефтяного эквивалента на 2014 г., и рис. 2 – прогноз роста потребления электроэнергии в России до 2020 года), что окажет негативное влияние на финансовые показатели предприятий.

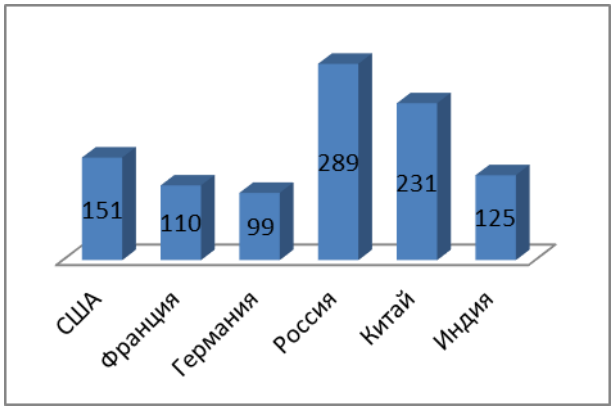


Рис. 1

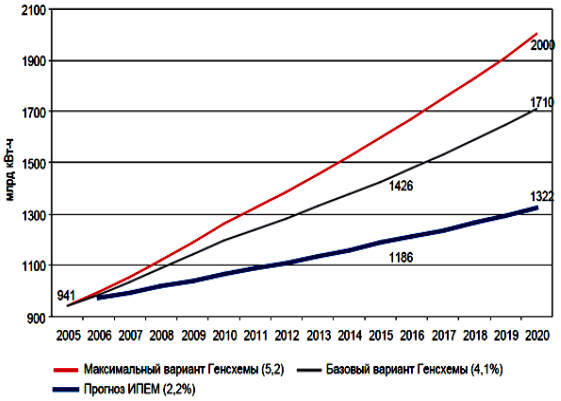


Рис. 2

ИПЕМ – российский независимый научно-исследовательский центр провел анализ роста потребления электроэнергии. По расчетам ИПЕМ прогноз роста потребления электроэнергии в Генсхеме электроэнергетики завышен в 2 раза, и электропотребление в России в 2020 году не превысит 1350 млрд. кВт·ч – рис. 2 [4].

В данной статье мы сравниваем и анализируем возможность эксплуатации тепловых насосов типа "воздух-воздух" с возможностями электрического котла. Тепловой насос – эффективное энергосберегающее оборудование, использующее экологически чистые возобновляемые источники энергии (солнечная энергия, аккумулированная в грунте, водоемах, воздухе, а также тепло вторичных энергетических ресурсов). Области применения тепловых насосов разнообразны – отопление, горячее водоснабжение и круглогодичное кондиционирование жилых домов, объектов общественного значения (больницы, школы), офисных зданий, производственных корпусов и т. д. В качестве исходных данных для расчетов принимаем центральный регион России, где основная часть года относительно холодная (отопительный период составляет 5…6 месяцев), для обеспечения нормативных условий эксплуатации небольшого текстильного цеха площадью 120 м^2. По предварительным расчетам согласно актуализированной версии СНиПа 41-01–2003 "Отопление, вентиляция и кондиционирование" СП 60.13330.2012 источник теплоснабжения должен обеспечить 16 кВт тепловой энергии.

Проанализируем основные преимущества и недостатки рассматриваемых источников теплоснабжения указанного текстильного цеха, приведенные в табл. 1, а также рассмотрим технические параметры теплоснабжающего оборудования (табл. 2).

Для сравнения необходимо определить эксплуатационные и капитальные затраты на приобретение рассматриваемых систем теплоснабжения зданий. Капитальные затраты при приобретении теплоснабжающего оборудования в расчете на цены 2015 г. приведены в табл. 3.

Таблица 1

Источник теплоснабжения	Преимущества	Недостатки
Тепловой насос типа "воздух-воздух"	Использует восполняемые источники энергии Невысокие эксплуатационные затраты Экологичность Низкая пожароопасность Простота монтажа Отсутствие необходимости в подключении каких-либо инженерных коммуникаций Обеспечивает нужды отопления, вентиляции и ГВС	Высокие капитальные вложения Необходимость использовать ТЭН или рекуператор при очень низких температурах воздуха Максимальный порог температуры нагрева теплоносителя составляет 55...60°С
Электрический котел	Низкие затраты при капитальных вложениях Простота монтажа	Высокие эксплуатационные затраты Прямая зависимость от качества подключения к электрической сети Невысокий срок службы

Таблица 2

Параметры	Тепловой насос	Электрокотел
Мощность, кВт	14	15
Напряжение, В	380	380
Потребляемая электрическая мощность, кВт	3,05	15
Срок службы, лет	30	7
КПД, %	300…400	95…98
Рабочая температура теплоносителя, °С	55…60	95

Таблица 3

Оборудование	Статья затрат	Описание	Цена, руб.
Тепловой насос	Основное оборудование	Тепловой насос, буферная емкость	399880,0
	Дополнительное оборудование	Краны шаровые, радиаторы, арматура, термометры, манометры и т.д.	55871,14
	Монтаж оборудования	Установка оборудования, арматуры, прокладка трубопроводов и пусконаладочные работы	34736,79
	Транспортировка оборудования		5784,0
Итого			496271,93
Электрокотел	Основное оборудование	Электрокотел, насосы, расширительный бак	44595,72
	Дополнительное оборудование	Краны шаровые, радиаторы, арматура, термометры, манометры и т.д.	58913,55
	Монтаж оборудования	Установка оборудования, арматуры, прокладка трубопроводов и пусконаладочные работы	37142,56
	Транспортировка оборудования		6023,0
Итого			146674,0

Согласно табл. 3 можно сделать вывод, что капитальные вложения на монтаж, транспортировку и дополнительное оборудование примерно сопоставимы по стои-

мости для рассматриваемых систем теплоснабжения, однако стоимость основного оборудования для теплового насоса значительно превосходит стоимость электрокотла. В частности, это связано с тем, что рассматриваемый нами насос изготавливается в Японии, что значительно повышает его стоимость. При использовании российских импортозамещающих аналогов эту разницу можно будет сократить, а также повысить качество данного оборудования. Кроме того, разница в капитальных затратах теплового насоса будет нивелирована в ходе эксплуатации теплового насоса.

В табл. 4 приведены эксплуатационные затраты для теплоснабжающих систем теплового насоса, а в табл. 5 – электрокотла – в расчете на цены 2015 года.

Таблица 4

Месяц	Время работы, ч	Тариф эл. энергии, руб. за 1 кВт	Потребляемая мощность, кВт/ч	Стоимость теплоснабжения, руб.
Январь	340,2	4	3,05	4150,44
Февраль	322	4	3,05	3928,4
Март	229,3	4	3,05	2797,46
Апрель	147,8	4	3,05	1803,16
Май	39,9	4	3,05	486,78
Июнь	24,8	4	3,05	302,56
Июль	11,9	4	3,05	145,18
Август	13,6	4	3,05	165,92
Сентябрь	58,6	4	3,05	714,92
Октябрь	201,8	4	3,05	2461,96
Ноябрь	366,4	4	3,05	4470,08
Декабрь	301,9	4	3,05	3683,18
Итого, год	1958	4	3,05	23887,6

Таблица 5

Месяц	Время работы, ч	Тариф эл. энергии, руб. за 1 кВт	Потребляемая мощность, кВт/ч	Стоимость теплоснабжения, руб.
Январь	340,2	4	15	20412
Февраль	322	4	15	19320
Март	229,3	4	15	13758
Апрель	147,8	4	15	8868
Май	39,9	4	15	2394
Июнь	24,8	4	15	1488
Июль	11,9	4	15	714
Август	13,6	4	15	816
Сентябрь	58,6	4	15	3516
Октябрь	201,8	4	15	12108
Ноябрь	366,4	4	15	21984
Декабрь	301,9	4	15	18114
Итого	1958	4	15	117480

Шаг расчета эксплуатационных затрат для табл. 4 и 5 выбран исходя из того, что для каждого месяца затраты могут значительно разниться. Динамика изменения эксплуатационных затрат теплоснабжающего оборудования, зависящая от изменения климатических условий в рассматриваемом регионе, заложена в данном расчете.

Исходя из данных табл. 4 и 5, можно сделать вывод, что эксплуатационные затраты электрического котла гораздо выше затрат теплового насоса.

Определим критерии для оценки эффективности.

Чистым доходом (другие названия – ЧД, Net Value, NV) называется накопленный эффект (сальдо денежного потока) за расчетный период:

$$ЧД = \sum_m ф_m. \qquad (1)$$

В нашем случае это значение заключается в разнице стоимости эксплуатации теплового насоса в сравнении с электрическим котлом за расчетный период протяженностью в 1 календарный год.

Также необходимо определить значение ставки дисконтирования, учитывающей риск для реализации проекта. Приобретение теплового насоса в качестве системы теплоснабжения частного дома относится к низкой категории риска. Учитывая ставку рефинансирования 10,5%, темп инфляции на уровне 7,5%, получим следующее значение ставки дисконтирования:

$$D = \frac{1+\frac{r}{100}}{1+\frac{i}{100}} + \frac{p}{100} = 18\ \%. \qquad (2)$$

Чистый дисконтированный доход ЧДД (ЧДД, интегральный эффект, Net Present Value, NPV). От значения этого критерия зависит величина денежных средств, которую инвестор сможет получить от приобретения теплового насоса в сравнении с электрическим котлом, после того, как денежные притоки окупят его первоначальные инвестиционные затраты и периодические денежные оттоки, связанные с осуществлением проекта:

$$ЧДД = \sum_m = ф_m a_m(E). \qquad (3)$$

ЧД и ЧДД характеризуют превышение суммарных денежных поступлений над суммарными затратами для данного проекта соответственно без учета и с учетом неравноценности эффектов (а также затрат, результатов), относящихся к различным моментам времени. Разность ЧД – ЧДД нередко называют дисконтом проекта. Для признания проекта эффективным с точки зрения инвестора необходимо, чтобы ЧДД проекта был положительным; при сравнении альтернативных проектов предпочтение должно отдаваться проекту с большим значением ЧДД (при выполнении условия его положительности).

Расчетным периодом был выбран временной промежуток продолжительностью в 15 лет, с шагом в 1 год.

В табл. 6 показано определение значения ЧДД для теплового насоса.

Таблица 6

Год	Затраты электрокотла, руб.	Затраты ТН, руб.	ЧД ТН, руб.	E, %	ЧДД ТН, руб.
1	117480	23887,6	93592,4	18	110439
2	117480	23887,6	93592,4	18	110439
3	117480	23887,6	93592,4	18	110439
4	117480	23887,6	93592,4	18	110439
5	117480	23887,6	93592,4	18	110439
6	117480	23887,6	93592,4	18	110439
7	117480	23887,6	93592,4	18	110439
8	150505,72*	23887,6	126618,1	18	149409,4
9	117480	23887,6	93592,4	18	110439
10	117480	23887,6	93592,4	18	110439
11	117480	23887,6	93592,4	18	110439
12	117480	23887,6	93592,4	18	110439
13	117480	23887,6	93592,4	18	110439
14	117480	23887,6	93592,4	18	110439
15	117480	23887,6	93592,4	18	110439

Примечание. * – Значительный рост затрат в течение данного года обусловлен заменой электрического котла, превысившего нормативный срок службы в 7 лет.

Ежегодные затраты учитывают также амортизационные издержки и рост тарифов на электроэнергию, являющуюся источником энергии для рассматриваемых систем теплоснабжения.

Внутренняя норма доходности (другие названия – ВНД, внутренняя норма дисконта, внутренняя норма рентабельности, Internal Rate of Return, IRR).

В более общем случае внутренней нормой доходности называется такое положительное число $E_в$, что при норме дисконта $E = E_в$ чистый дисконтированный доход проекта обращается в 0. Для оценки эффективности ИП значение ВНД необходимо сопоставлять с нормой дисконта E. Инвестиционные проекты, у которых ВНД>E, имеют положительный ЧДД и поэтому эффективны. Проекты, у которых ВНД<E, имеют отрицательный ЧДД и потому неэффективны.

$$\text{ВНД} = \sum_{t=0}^{n} \frac{\text{ЧД}_t}{(1+\text{ЧДД})^t} - \sum_{t=0}^{n} \frac{I_t}{(1+\text{ЧДД})^t}. \quad (4)$$

Сроком окупаемости ("простым" сроком окупаемости, payback period) называется продолжительность периода от начального момента до момента окупаемости. Начальный момент указывается в задании на проектирование (обычно это начало нулевого шага или начало операционной деятельности). Моментом окупаемости называется тот наиболее ранний момент времени в расчетном периоде, после которого текущий чистый доход ЧД(k) становится и в дальнейшем остается неотрицательным. При оценке эффективности срок окупаемости, как правило, выступает только в качестве ограничения:

$$\text{РР} = \frac{K_o}{\text{ЧД}_{ср}}. \quad (5)$$

Сроком окупаемости с учетом дисконтирования называется продолжительность периода от начального момента до "момента окупаемости с учетом дисконтирования":

$$\text{РР}_д = \frac{K_o}{\text{ЧДД}_{ср}}. \quad (6)$$

Индексы доходности характеризуют (относительную) "отдачу проекта" на вложенные в него средства. Они могут рассчитываться как для дисконтированных ИДД, так и для не дисконтированных денежных потоков ИД.

При расчете ИД и ИДД могут учитываться либо все капиталовложения за расчетный период, включая вложения в замещение выбывающих основных фондов, либо только первоначальные капиталовложения, осуществляемые до ввода предприятия в эксплуатацию (соответствующие показатели будут, конечно, иметь различные значения) [9].

$$\text{ИДД} = \frac{\text{ЧДД}_{общ}}{I}. \quad (7)$$

В табл. 7 представлены основные экономические показатели оценки эффективности системы теплоснабжения с тепловым насосом.

Таблица 7

Система теплоснабжения	ВНД, %	РР, лет	РРд, лет	ИД*	ИДД*
Тепловой насос	56	5,06	4,29	2,96	3,49

Примечание. * – Индекс доходности инвестиций, а также индекс доходности дисконтированных инвестиций в данном расчете являются относительными величинами. Они не имеют собственной размерности, однако отражают актуальность такого инвестиционного проекта, как система теплоснабжения, включающая тепловой насос, относительно аналогичной системы с электрическим котлом.

Основные показатели экономической эффективности инвестиционного проекта по установке теплового насоса типа "воздух-воздух" в сравнении с электрическим котлом по результатам расчета (табл. 7) эффективности участия составляют:

1) чистый дисконтированный доход, рассчитываемый путем умножения чисто-

го дохода на коэффициент дисконтирования, 1734526 руб. за весь срок реализации проекта, что характеризует проект с положительной стороны;

2) внутренняя норма дохода, показывающая уровень доходности всех инвестиций при условии полного покрытия всех расходов за счет доходов, равен 56,13 %, что при норме дохода, равной 18 %, свидетельствует об эффективности вложения денежных средств;

3) срок окупаемости – 5,06 года; срок окупаемости характеризует переломный момент времени, когда ЧДД проекта становится положительным, а для уточнения положения момента окупаемости рассчитывается дополнительный показатель путем деления отрицательного ЧДД по модулю на сумму ЧДД отрицательного по модулю и ЧДД положительного. Данный проект, согласно проведенным расчетам, окупится за 5,06 лет;

4) индекс доходности (ИДД), характеризующий относительную отдачу на вложенные в проект затраты, рассчитывается путем деления суммы ЧДД на вложенные инвестиции и равен 3,49, что намного превосходит минимальную границу показателя (проект считается эффективным, если ИДД >1).

В табл. 8 представлен сравнительный анализ энергоэффективности воздушного теплового насоса и электрокотла в условиях автономного текстильного и швейного производства.

Таблица 8

Система теплоснабжения	Капитальные вложения, тыс. руб.	Эксплуатационные вложения за 1 год, тыс. руб.	Внутренняя норма доходности,%	Дисконтированный срок окупаемости, лет
Тепловой насос	496271,93	23887,6	56,13	4,29
Электрокотел	146674,0	117480	-56,13*	-**

Примечание. *– Показатель ВНД электрокотла обратно пропорционален значению ВНД теплового насоса, ** – дисконтированный срок окупаемости для системы теплоснабжения, включающей электрический котел, в данном расчете не поддается исчислению.

ВЫВОДЫ

Таким образом, результаты проведенных расчетов показали, что использование тепловых насосов в качестве системы теплоснабжения рассматриваемого объекта можно признать более экономически целесообразным, чем использование электрического котла. Данное экономическое сравнение является наглядным показателем всей прибыли, получаемой при использовании энергоэффективного оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Совет при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию России [Электронный ресурс].- Электрон. дан. – Москва: 2000. – 1 эл. опт. диск (CD- ROM).

2. *Захарова Л.* Пора сматывать провода // Российская бизнес-газета. – 2012, №878 (49). С. 7...9.

3. *Синькова М.М., Сунгатуллин Р.Р., Чудаева А.А.* Оценка экономической целесообразности инвестиций в мероприятия по повышению энергоэффективности предприятия (на примере ОАО ПКК "Весна") // Сб. науч. тр.: Молодежный научный форум: Общественные и экономические науки – М.: Изд. "МЦНО". – 2014, № 4 (11). С. 164...174.

4. *Саакян Ю., Порохова Н.* Прогнозирование в электроэнергетике и новые факторы роста спроса на электроэнергию // Академия энергетики. – 2007, №6. С. 12...16.

5. *Млынчик В.И., Ерастров А.Е., Вишневская И.А.* Методика определения потенциала энергосбережения и перечня типовых мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности // СРО НП "ТРИ-Э". – 2011.

6. *Синадский В.* Расчет ставки дисконтирования // Финансовый директор. – 2003, № 4. С.22...24.

7. *Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Новикова А.П.* Реализация потенциала Ивановской области на рынке текстильной и легкой промышленности за счет формирования инфраструктурной базы текстильно-промышленного кластера // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №4. С.11...17.

8. *Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Виноградова Н.В., Федосеев В.Н.* Опыт практической реализации укрепления связей науки ИВГПУ с производством в условиях развития инфраструктурной базы текстильно-промышленного кластера региона// Изв.

вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №1. С.15…18.

9. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов: (Вторая ред.) / Мин-во экономики РФ, Мин-во финансов РФ; ГК РФ по строительству, архитектуре и жилищной политике // рук. авт. кол.: В.В. Косов, В.Н. Лившиц, А.Г. Шахназаров. – М.: Экономика, 2000.

R E F E R E N C E S

1. Sovet pri Prezidente RF po modernizacii jekonomiki i innovacionnomu razvitiju Rossii [Jelektronnyj resurs].- Jelektron. dan. – Moskva: 2000. – 1 jel. opt. disk (CD- ROM).

2. Zaharova L. Pora smatyvat' provoda // Rossijskaja biznes-gazeta. – 2012, №878 (49). S. 7...9.

3. Sin'kova M.M., Sungatullin R.R., Chudaeva A.A. Ocenka jekonomicheskoj celesoobraznosti investicij v meroprijatija po povysheniju jenergojeffektivnosti predprijatija (na primere OAO PKK "Vesna") // Sb. nauch. tr.: Molodezhnyj nauchnyj forum: Obshhestvennye i jekonomicheskie nauki – M.: Izd. "MCNO". – 2014, № 4 (11). S. 164...174.

4. Saakjan Ju., Porohova N. Prognozirovanie v jelektrojenergetike i novye faktory rosta sprosa na jelektrojenergiju // Akademija jenergetiki. – 2007, №6. S.12...16.

5. Mlynchik V.I., Erastrov A.E., Vishnevskaja I.A. Metodika opredelenija potenciala jenergosberezhenija i perechnja tipovyh meroprijatij po jenergosberezheniju i povysheniju jenergeticheskoj jeffektivnosti // SRO NP "TRI-Je". – 2011.

6. Sinadskij V. Raschet stavki diskontirovanija // Finansovyj direktor. – 2003, № 4. S.22...24.

7. Alojan R.M., Petruhin A.B., Novikova A.P. Realizacija potenciala Ivanovskoj oblasti na rynke tekstil'noj i legkoj promyshlennosti za schet formirovanija infrastrukturnoj bazy tekstil'no-promyshlennogo klastera // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, №4. S.11...17.

8. Alojan R.M., Petruhin A.B., Vinogradova N.V., Fedoseev V.N. Opyt prakticheskoj realizacii ukreplenija svjazej nauki IVGPU s proizvodstvom v uslovijah razvitija infrastrukturnoj bazy tekstil'no-promyshlennogo klastera regiona// Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №1. S.15…18.

9. Metodicheskie rekomendacii po ocenke jeffektivnosti investicionnyh proektov: (Vtoraja red.) / Min-vo jekonomiki RF, Min-vo finansov RF; GK RF po stroitel'stvu, arhitekture i zhilishhnoj politike // ruk. avt. kol.: V.V. Kosov, V.N. Livshic, A.G. Shahnazarov. – M.: Jekonomika, 2000.

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства. Поступила 20.11.15.

УДК 338.33

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC MECHANISM OF MANAGEMENT OF INDUSTRIAL ENTERPRISE

З.М. РЫБАЛКИНА
Z.M. RYBALKINA

(Пензенский государственный университет архитектуры и строительства)
(Penza State University of Architecture and Construction)
E-mail: zarina11max@rambler.ru

Статья посвящена решению задачи построения организационно-экономического механизма управления производством путем нахождения оптимальной организационной структуры управления текстильным предприятием, обеспечивающей высокую экономическую эффективность.

This article is devoted to solving the problem of construction of organizational-economic mechanism of production management by finding the optimal organizational structure of management of the textile enterprise, providing high economic efficiency.

Ключевые слова: механизм, организационная структура управления, организационно-экономический механизм управления, предприятие, производство.

Keywords: mechanism, management and organizational structure, the organizational-economic mechanism of management, enterprise, production.

Экономический кризис в промышленной отрасли отразился на всех ее уровнях, в том числе и на уровне производственной деятельности предприятий текстильной и легкой промышленности. Управление промышленными предприятиями в России происходит в сложных экономических отношениях между субъектами рынка, в условиях отсутствия заказов на продукцию текстильных предприятий, снижения государственного регулирования производства и финансирования, возрастания ставки по кредитам, неразвитой инфраструктуры рынка [1], [3].

В связи с этим актуален вопрос разработки организационно-экономического механизма управления производством на промышленных предприятиях текстильной промышленности, определения направлений взаимоотношений между производителями и покупателями текстильной продукции, решения вопросов производства товаров текстильной промышленности и повышения эффективности функционирования текстильной промышленности в стране.

Под механизмом (с греческого языка mechane переводится как – машина) понимается система, устройство, подразумевающая определенный порядок в деятельности [9].

Под механизмами управления подразумеваются взаимоотношения между экономическими и социальными элементами определенной системы, образующей организационную структуру управления [9].

Под организационным механизмом понимается результат управленческой деятельности в области организации производственного процесса для формирования стабильных условий функционирования промышленных предприятий как систем [9].

В экономической литературе понятие "организационный механизм управления" включает совокупность связей в производственном управлении, позволяющих определить приоритет целесообразности, гармоничности, направленности и упорядоченности производственной системы управления.

Экономический механизм управления в производственном процессе представляет собой совокупность экономических мероприятий, воздействующих на объект управления. Важными элементами экономического механизма являются: планирование, экономическое стимулирование, финансирование, ценообразование, налогообложение, кредитование и т.д. [2].

Таким образом, организационно-экономический механизм управления промышленным предприятием представляет собой сочетание мер государственного регулирования (ценообразование, налогообложение, кредитование, страхование и другие), элементов рынка (спрос, предложение, конкуренция) и внутрихозяйственного управления (управления производственными, трудовыми, финансовыми, технологическими, информационными и интеллектуальными ресурсами) [7], [10].

Автором проведен анализ эффективности производственного процесса на текстильном предприятии ОАО "Сурская мануфактура".

Текстильная промышленность в Пензенской области начала развиваться в XVIII веке в связи с увеличением спроса на армейское сукно. В 1860 году в Пензенской области насчитывались 32 суконные фабрики. Однако уже в 90-х годах XX века осталось всего 4 предприятия, производящих текстиль. Одним из них является ОАО "Сурская мануфактура" (г. Сурск Пензенской обл., дата основания 1849 г.). Ранее фабрика имела название "Сурская суконная фабрика "Красный Октябрь"". В 1992 г. предприятие стало акционерным

обществом. Основным видом деятельности является производство шерстяных тканей из волокон кардного прядения.

ОАО "Сурская мануфактура" – одно из старейших и крупнейших текстильных предприятий России, которое выпускает пальтовые, костюмные, обувные и мебельно-декоративные ткани, шинельные и бильярдные сукна, ведомственные одеяла и пледы. Предприятие производит технические ткани разнообразных артикулов для более чем 40 отраслей промышленности: бумажной, обувной, кожевенной, а также специальные фильтры, применяемые в химической, металлургической, цементной, горно-обогатительной промышленности. Уникальное оборудование позволяет предприятию изготавливать ткани до 46 метров.

В последние годы наблюдается значительный спад объемов производства продукции этого текстильного предприятия. Общий спад объемов сбыта в 2015 году по сравнению с 2014 годом составил более 50%. Причиной спада является снижение количества заказов на ткани, выпускаемые этим предприятием. Отчасти это связано со снижением спроса на драповые изделия и повышением спроса на болоньевые изделия из пуха. Это привело к отрицательным финансовым результатам деятельности предприятия.

Снижение объемов производства сказалось на организационной структуре управления предприятием. ОАО "Сурская мануфактура" имеет линейно-функциональную структуру управления. Для ОАО "Сурская мануфактура" характерно выделение элементов производственной структуры нескольких уровней: на уровне предприятия – цеха; внутри цеха – участки; на отдельных участках – рабочие места. Основным элементом производственной структуры ОАО "Сурская мануфактура" является цех, таким образом, производственная структура предприятия является цеховой.

Структура ОАО "Сурская мануфактура" основана на специализированном разделении труда, то есть работа между людьми распределена не случайно, а закреплена за специалистами, способными выполнить ее лучше всех с точки зрения организации как единого целого.

В ходе анализа были выявлены серьезные структурные проблемы, оказавшие существенное влияние на результаты хозяйственной деятельности.

1. Функциональная раздробленность препятствовала эффективной координации по рынкам сбыта. Общая структура управления предприятием имела четко выраженные вертикальные связи и гораздо менее используемые – горизонтальные, что существенно затрудняло осуществление диверсификации и коммуникаций.

2. Решения по разработке и обновлению ассортимента выпускаемой продукции принимались крайне медленно – возникали постоянные противоречия между отделами, связанные с противоречивостью целей, стоявших перед каждым из отделов.

3. Заказы по нестандартным тканям выполнялись с опозданием – отделу сбыта часто было недостаточно информации по техническим вопросам, касающимся производства нестандартных и новых видов тканей; прядильный отдел не всегда учитывал дополнительные затраты времени, связанные с переналадкой оборудования для производства нестандартных видов ткани и одновременного выполнения других заказов.

4. У заказчиков новых тканей часто возникали претензии к параметрам произведенной продукции, в связи с чем она возвращалась на доработку, что вело к росту себестоимости.

5. Реально существующая система функционального взаимодействия базировалась только на личных представлениях работников структурного подразделения об их месте и роли в общей структуре управления и не учитывала временного фактора. Последнее обстоятельство зачастую приводило к увеличению времени на реализацию заданной производственной задачи, что снижало эффективность деятельности самого структурного подразделения.

Проведенный анализ свидетельствует о следующих недостатках структуры управления ОАО "Сурская мануфактура":

– существующая структура представляет собой следствие приверженности централизованного управления, в то время когда окружающая среда имеет высокий уровень динамизма; крупные функциональные отделения не в силах удовлетворить острую потребность в диверсификации производства тканей;

– наблюдается высокая перегруженность руководителей;

– отмечена неравномерность распределения нагрузки между руководителями второго уровня управления, о которой свидетельствует большой разброс продолжительности рабочего дня руководителей;

– руководящий состав уделяет недостаточно внимания стратегическим задачам, поскольку загружен проблемами решения оперативных задач;

– перегруженность руководителей верхних уровней решением оперативных задач.

Для устранения выявленных недостатков в деятельности промышленного предприятия ОАО "Сурская мануфактура" необходимо оптимизировать организационную структуру управления таким образом, чтобы она обеспечила минимальное время решения случайных оперативных задач. При этом в проектируемой структуре должны выполняться ограничения на фактическую продолжительность дня и минимальное время, которое должно оставаться у руководителя на решение стратегических задач.

Оправданной будет рационализация организационной структуры управления производством, заключающаяся в последовательном усложнении структуры путем введения в нее новых элементов. Это позволит определить оптимальные значения числа уровней управления, числа руководителей на каждом уровне управления, числа управленческого персонала при каждом руководителе и вектора управляемости каждого руководителя. Эти параметры полностью определяют организационную структуру управления. Полученные таким образом параметры минимизируют среднее время решения оперативных задач. Предложенные направления оптимизации организационной структуры управления позволят снизить потери, обусловленные задержками в принятии управленческих решений, и расходы на содержание аппарата управления.

Для оптимизации организационная структура управления должна отвечать ряду критериев: наикратчайший путь от звена управляющей системы до управляемого объекта; оптимальное число ступеней и звеньев; наименьшее число "входов" и "выходов" каждого звена; четкий состав видов работ по управлению для каждого звена; отсутствие дублирования работ [4…6].

В Ы В О Д Ы

Для эффективной реорганизации существующей оргструктуры будет целесообразно использование организационно-экономического механизма управления. Рациональная сочетаемость различных подсистем и элементов организационно-экономического механизма управления определяется принципом структурированности. Формирование структуры организационно-экономического механизма предполагает выделение отдельных подсистем, каждая из которых имеет свою функциональную задачу. При этом функционирование этих подсистем не должно противоречить друг другу для достижения максимального эффекта от применения механизма [11]. Подсистемы механизма определяют отношения между управляющей и управляемой системами, учитывают экономические интересы подразделений и достигают стратегическую цель промышленного предприятия [8].

В условиях санкций и промышленного кризиса организационно-экономический механизм управления предприятием должен быть гибким и учитывать интересы каждого промышленного предприятия.

Разрабатываемая структура управления промышленным предприятием должна отвечать требованиям оптимума и условиям,

обеспечивающим ее самостоятельное существование и способность к дальнейшему развитию.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Новикова А.П.* Реализация потенциала Ивановской области на рынке текстильной и легкой промышленности за счет формирования инфраструктурной базы текстильно-промышленного кластера // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 4. С.11...17.

2. *Гончаров А.Ю., Сироткина Н.В.* Механизм управления сбалансированным развитием регионов с доминирующими видами экономической деятельности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 4. С. 35...42.

3. *Гусев Б.Н., Петрухин А.Б., Матрохин А.Ю., Карева Т.Ю.* Стратегия научно-методического и технического обеспечения выпуска тканей и изделий из натуральных и синтетических волокон // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №6. С.30...35.

4. *Рыбалкина З.М.* К вопросу о финансово-экономической стабильности строительных предприятий в современных условиях // Изв. вузов. Экономика, финансы и управление производством. – 2012, № 1. С. 68...75.

5. *Рыбалкина З.М.* Многофакторная модель управляемости организации // Вестник Казанского технологического университета. – 2010, № 8. С.136...139.

6. *Рыбалкина З.М.* Модель развития управляемости организации // Вестник Казанского технологического университета. – 2009, № 1. С.122...126.

7. *Рыбалкина З.М.* Повышение управляемости организации за счет построения рациональной организационной структуры управления // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского. – 2012, №28. С. 494...497.

8. *Рыбалкина З.М., Куликов В.Г.* Методика оценки управляемости организации // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 6. С. 12...15.

9. *Рыбалкина З.М., Резник С.Д., Куликов В.Г.* Механизмы повышения уровня управляемости организации. – Пенза: Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2009.

10. *Турчаева Р.Ю., Рыбалкина З.М.* Факторы эффективности использования человеческих ресурсов на предприятиях строительной сферы // Вестник Университета (Государственный университет управления). – 2010, № 6. С. 207...217.

11. *Юхина Е.А., Юхин С.С.* Оценка гибкости предприятия при управлении изменениями // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015. №1. С. 18...20.

R E F E R E N C E S

1. Alojan R.M., Petruhin A.B., Novikova A.P. Realizacija potenciala Ivanovskoj oblasti na rynke tekstil'noj i legkoj promyshlennosti za schet formirovanija infrastrukturnoj bazy tekstil'no-promyshlennogo klastera // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 4. S.11...17.

2. Goncharov A.Ju., Sirotkina N.V. Mehanizm upravlenija sbalansirovannym razvitiem regionov s dominirujushhimi vidami jekonomicheskoj dejatel'nosti // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 4. S. 35...42.

3. Gusev B.N., Petruhin A.B., Matrohin A.Ju., Kareva T.Ju. Strategija nauchno-metodicheskogo i tehnicheskogo obespechenija vypuska tkanej i izdelij iz natural'nyh i sinteticheskih volokon // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №6. S.30...35.

4. Rybalkina Z.M. K voprosu o finansovo-jekonomicheskoj stabil'nosti stroitel'nyh predprijatij v sovremennyh uslovijah // Izv. vuzov. Jekonomika, finansy i upravlenie proizvodstvom. – 2012, № 1. S.68...75.

5. Rybalkina Z.M. Mnogofaktornaja model' upravljaemosti organizacii // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. – 2010, № 8. S.136...139.

6. Rybalkina Z.M. Model' razvitija upravljaemosti organizacii // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. – 2009, № 1. S.122...126.

7. Rybalkina Z.M. Povyshenie upravljaemosti organizacii za schet postroenija racional'noj organizacionnoj struktury upravlenija // Izvestija Penzenskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.G. Belinskogo. – 2012, № 28. S. 494...497.

8. Rybalkina Z.M., Kulikov V.G. Metodika ocenki upravljaemosti organizacii // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 6. S.12...15.

9. Rybalkina Z.M., Reznik S.D., Kulikov V.G. Mehanizmy povyshenija urovnja upravljaemosti organizacii. – Penza: Penzenskij gosudarstvennyj universitet arhitektury i stroitel'stva, 2009.

10. Turchaeva R.Ju., Rybalkina Z.M. Faktory jeffektivnosti ispol'zovanija chelovecheskih resursov na predprijatijah stroitel'noj sfery // Vestnik Universiteta (Gosudarstvennyj universitet upravlenija). – 2010, №6. S. 207...217.

11. Juhina E.A., Juhin S.S. Ocenka gibkosti predprijatija pri upravlenii izmenenijami // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015. №1. S.18...20.

Рекомендована кафедрой менеджмента. Поступила 10.05.16.

УДК 687.1/4:658.7

ОПТИМИЗАЦИЯ ЦЕПИ ПОСТАВОК НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

SUPPLY CHAIN OPTIMIZATION IN TEXTILE AND CLOTHING INDUSTRY

А.И. КОВАЛЕВ, А.В. КАРПУШКИНА, Е.Ю. ВОЛКОВА
A.I. KOVALEV, A.V. KARPUSHKINA, E.YU. VOLKOVA

(Филиал Южно-Уральского государственного университета (Национальный исследовательский университет), г. Златоуст)
(The Zlatoust Branch of the South-Ural State University (National Research University))
E-mail: angelvik28@mail.ru; volkova.ekaterina.85@inbox.ru

В статье предложена методика оптимизации функционирования оборотных средств на основе интегрированного подхода к управлению цепями поставок на предприятии.

The article introduces a method for enterprise working assets optimization based on integrated approach to supply chain management.

Ключевые слова: управление цепями поставок, оборотные средства предприятия, интегральные затраты.

Keywords: supply chain management, enterprise working assets, aggregated costs.

Для повышения конкурентоспособности российских предприятий легкой промышленности актуальной проблемой является внедрение эффективных методов управления цепями поставок на основе интегрированного подхода к логистике [1]. К настоящему времени на ЗАО "Юничел-Злато" (г. Златоуст) сложилась тендерная система поставок, что приводит прежде всего к колебаниям качественных характеристик сырья, увеличению транзакционных издержек и временному пути логистических цепей поставок [2]. В мировой практике эффективного управления бизнес-процессами производственных систем наиболее известны две стратегии управления цепями поставок, в которых оборотные средства формируются по принципу "выталкивания" или "вытягивания" поставки [3].

Цель исследования – разработка методики оптимизации функционирования оборотных средств предприятия на основе интегрированного подхода к управлению цепями поставок. Предмет оптимизации – время запаздывания между заказом на готовую продукцию и поставкой продукции потребителю. Критерий оптимизации – интегральные затраты.

В работе [4] показано, что увеличение времени производственного запаздывания заказов, с одной стороны, приводит к снижению затрат на образование запаса готовой продукции, с другой – к увеличению потерь прибыли предприятия. Основные факторы потерь – скидки постоянным покупателям и эффект "ухода покупателя" вследствие значительного запаздывания поставки продукции, высокой предварительной оплаты заказа, невозможностью полностью выкупить готовую продукцию. Максимальный размер скидки ограничен удельным весом затрат. Потери в виде "ухода покупателя" обусловлены следующими причинами. Первая причина – значительное запаздывание поставки продукции, обусловленное необходимостью закупки материалов и производства на заказ

потребителя. Вторая причина потерь – неадекватная рыночным потребностям рыночная политика взаиморасчетов (когда предприятие настаивает на высокой предварительной оплате). Чем выше первый платеж, тем больше "ушедших" покупателей в условиях конкурентной среды. Третья причина "ушедших" покупателей – отсутствие возможности полностью выкупить готовую продукцию. При уменьшении предоплаты увеличивается риск "потери" таких покупателей. Таким образом, задача оптимизации заключается в поиске точки запаздывания, обеспечивающей оптимум целевой функции (у) – интегральных затрат в цепи поставок, формализующейся в виде

$$y = (y_1 + y_2) \to \min. \qquad (1)$$

Для решения поставленной задачи следует выделить затраты и потери в базисной y_1 и мультиплицированной y_2 цепях поставок. Условие сбалансированности указанных цепей – равенство запаздываний поставок в них. Потоки базисной цепи характеризуются запаздыванием поставки в условиях предварительной оплаты и включают: $y_{11}^{ЦП1}$ – затраты на поддержание действительного запаса, $y_{12}^{ЦП2}$ – затраты на поддержание действительного запаса в мультиплицированном цикле, $y_{12}^{ЦП1}$ – проценты по кредиту на ресурсы или заемные средства для исполнения обязательств. Тогда в общем виде затраты на содержание запасов в базисной цепи можно представить выражением:

$$У_1 = У_{11}^{ЦП1} + У_{12}^{ЦП1} + У_{12}^{ЦП2}. \qquad (2)$$

Анализ потоков базисной цепи поставки на предприятии ЗАО "Юничел-Злато" (г. Златоуст) за счет запаздывания выполнения заказов Х, дни, максимальной доли затрат j_{max} и доли затрат в базисной и мультиплицированной цепях j_1, j_2,, нормы прибыли $Н_{пр}$, руб. в год, процентной ставки по кредиту на ресурсы (ПС), удельного веса материальных затрат i_c и удельного веса предоплаты i в выручке, минимального запаздывания отгрузки c_1, дни, а также за счет выручки по предоплате в базисной $М_{п1}$, руб. в год, цепи и выручки с немедленной оплатой в мультиплицированной цепи $М_2$, руб. в год, позволил определить полные затраты цепей поставок. Используя коэффициент относительного запаса на предприятии ν, связывающий уровень желательного запаса продукции на предприятии со средней выручкой за год, после математических преобразований, полные затраты на содержание запасов в базисной цепи можно представить в виде

$$У_1 = -Н_{пр}\frac{\nu М_{1П}}{c_1}\ln\left(\frac{j_{max} - j_1}{j_{max\,1}}\right) + \frac{(i - i_c)М_{п1}ПС \cdot Х}{365} - Н_{пр}\frac{\nu М_2}{c_1}\ln\left(\frac{j_{max} - j_2}{j_{max\,2}}\right). \qquad (3)$$

Особенность предлагаемой схемы мультипликации заключается в том, что выручка в мультиплицированной цепи $М_2$ является функцией от выручки в базисной цепи поставок:

$$М_2 = i^* М_{п1}, \qquad (4)$$

где i^* – оптимальный мультипликатор, обеспечивающий эффект синергии в виде дополнительной прибыли от ускорения оборота капитала.

Экономическая необходимость введения в модель учета затрат (2) процентов по кредиту $y_{12}^{ЦП1}$ заключается в следующем. В предлагаемой схеме запаздывания полученная предоплата за заказ начинает новую цепь ЦП2, а задолженность в первоначальной цепи ЦП1 погашается путем передачи товарораспорядительного документа. Очевидно, что чем выше предоплата, тем выше интенсивность потоков в ЦП2 и ниже интенсивность потока в цепи ЦП1. Очевидно, что необходимо привлекать заемные средства для выполнения своих "старых" обязательств и платить проценты.

Потери в мультиплицированной цепи включают: $y_{21}^{ЦП1}$ – недополученную прибыль из-за потерь от скидок покупателям, руб., $y_{22}^{ЦП1}$ – упущенную выгоду (годовые потери предприятия), $y_2^{ЦП2}$ – потери от "ухода покупателя", $y_{23}^{ЦП1}$ –потери от дисконта при обращении складских свидетельств, которые возникают при погашении кредиторской задолженности путем уступки на кредитора складской части. Возникновение дисконта обусловлено изменением рыночной цены товара, наполняющего складское свидетельство. Полные потери в мультиплицированной цепи в общем виде можно выразить так:

$$y_2 = y_{21}^{ЦП1} + y_{22}^{ЦП1} + y_{23}^{ЦП1} + y_2^{ЦП2}. \quad (5)$$

Далее проведен анализ потерь в мультиплицированной цепи (y_2) за счет темпа потерь от скидок в базисной цепи (ε_1); темпов потерь соответственно от значительного запаздывания поставки и высокой предоплаты δ, δ_1, k_i, ставки дисконта d, минимального запаздывания отгрузки c, дни, запаздывания получения полной оплаты, за счет которой погашается кредит x, дни и ряда других факторов. Используя константы модели C_3, в, a_2, после математических преобразований полные потери в мультиплицированной цепи можно представить в виде:

$$y_2 = M_{п1} H_{пр} (e^{\varepsilon_1 (x-c)} - 1) + C_3 (e^{\delta (x-c)} + e^{\delta_1 (i-a_2)} - 2 + в - k_i) + d(1-i)\nu M_{п1} + C_3 e^{\delta_2 (x-c)}. \quad (6)$$

Практическая реализация задачи оптимизации функционирования оборотных средств (1) по предлагаемой методике базируется на контроле баланса между запаздыванием поставок ресурсов и производительностью труда на предприятии.

ВЫВОДЫ

1. Применение методики оптимизации цепей поставок на предприятии (на примере ЗАО "Юничел-Злато") позволит снизить потери от эффекта "ухода покупателей" и потери от скидки за счет баланса между временем запаздывания поставок ресурсов и производительностью труда.

2. Показано, что инструментом для реализации эффекта от ускорения оборотных средств одновременно в материальной и финансовой подсистемах предприятия является структурирование оборотных средств современными товарораспорядительными документами.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Радаев В.В., Данилина В.Н., Котельникова З.В., Назарбаева Е.А.* Текущее состояние и перспективы развития легкой промышленности в России // Тез. докл. к XV Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 1–4 апр. 2014 г. Нац. исслед. ун-т "Высшая школа экономики". – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2014.

2. *Матушкина О.Е., Лисиенкова Л.Н., Ковалев А.И.* Оценка взаимосвязи динамики прибыли и финансовой устойчивости предприятия легкой промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 1. С. 26…29.

3. *Чейз Ричард, Б. Эквилайн, Николас Дж. Якобе, Роберт Ф.* Производственный и операционный менеджмент / Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильяме", 2004.

4. *Ковалев А.И.* Управление оборотными средствами в цепи поставок промышленного предприятия: Дис…. канд. экон. наук. – Челябинск: ЮУрГУ, 2010.

REFERENCES

1. Radaev V.V., Danilina V.N., Kotel'nikova Z.V., Nazarbaeva E.A. Tekushhee sostojanie i perspektivy razvitija legkoj promyshlennosti v Rossii // Tez. dokl. k XV Apr. mezhdunar. nauch. konf. po problemam razvitija jekonomiki i obshhestva, Moskva, 1–4 apr. 2014 g. Nac. issled. un-t "Vysshaja shkola jekonomiki". – M.: Izd. dom Vysshej shkoly jekonomiki, 2014.

2. Matushkina O.E., Lisienkova L.N., Kovalev A.I. Ocenka vzaimosvjazi dinamiki pribyli i finansovoj ustojchivosti predprijatija legkoj promyshlennosti //

Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, № 1. S. 26…29.

3. Chejz Richard, B. Jekvilajn, Nikolas Dzh. Jakobe, Robert F. Proizvodstvennyj i operacionnyj menedzhment / Per. s angl. – M.: Izdatel'skij dom "Vil'jame", 2004.

4. Kovalev A.I. Upravlenie oborotnymi sredstvami v cepi postavok promyshlennogo predprijatija: Dis…. kand. jekon. nauk. – Cheljabinsk: JuUrGU, 2010.

Рекомендована кафедрой экономики и права. Поступила 24.03.16.

УДК 338.45:668

АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КРУПНЫХ ШВЕЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

ANALYSIS OF THE ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC ASPECTS OF THE ACTIVITY OF LARGE SEWING ENTERPRISES

Г.О. ЖАНГУТТИНА, А.А. ИЗТАЕВА, У.С. ЕСАЙДАР
G.O. ZHANGUTTINA, A.A. IZTAYEVA, U. S. ESAYDAR

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)
E-mail: aliya-81@list.ru

В статье осуществлен анализ организационно-экономической деятельности крупных швейных предприятий. В основу исследований положены фундаментальные научные положения теории управления; рассмотрены результаты исследований отечественных и зарубежных авторов в области теории и практики управленческой деятельности.

In article realized analysis of organizational and economic aspects of the activity the large sewing enterprises, a basis of research where use a fundamental scientific provisions management theories, also be using results of researches of domestic and foreign authors in the field of the theory and practice of administrative activity.

Ключевые слова: аспекты, анализ, организация, управление, швейное предприятие.

Keywords: aspects, analysis, organization, management, sewing enterprise.

В настоящий момент легкая промышленность Республики Казахстан находится в стадии глубокого кризиса. Слабая поддержка со стороны государства, усиливающиеся позиции иностранных производителей, износ производственного оборудования, старение кадровых ресурсов, а также практически полное отсутствие современных технологических разработок из года в год усложняют положение предприятий отрасли.

Кризис имеет не только технологическую, производственную или финансовую составляющую. Речь идет, в первую очередь, о кризисе применяемых на предприятиях систем управления. Именно в функции системы управления входит создание условий для выживания предприятия в постоянно изменяющейся внешней среде и

адаптации к новым состояниям последней. Одной из основных причин сложившейся ситуации является разобщенность научных разработок и практики управления в отрасли. Социально-экономические катаклизмы не позволили нашей экономике накопить опыт предыдущих поколений управляющих систем, использовать успешные наработки и создать стабильно развивающиеся предприятия. Коллапс экономической системы в целом в отрасли, в свою очередь, привел к разрыву связи между производственными предприятиями, с одной стороны, и образовательными, и научно-исследовательскими центрами, с другой стороны.

В отличие от большинства именитых зарубежных фирм, казахстанским предприятиям и их управляющим сегодня необходимо решать одновременно как накопившиеся проблемы из прошлого, так и новые, каждодневно возникающие проблемы. Таким образом, появляются объективные предпосылки для решения по существу вопросов совершенствования организации и управления промышленным предприятием [1].

Существующие системы управления должны быть подвергнуты тщательной проверке на соответствие требованиям современной экономической теории и рыночной экономики. При этом предприятиям легкой промышленности следует уделить особое внимание всем составляющим своих систем управления, определить их эффективность и оптимальный уровень затрат.

Организационно-экономический потенциал предприятий легкой промышленности обусловливает следующее:

во-первых, объективно складывающиеся потребности предприятий легкой промышленности в наукоемкой поддержке модернизации систем управления при осуществлении антикризисных стратегий;

во-вторых, необходимость научного обобщения накопленных в теории и практике методов и способов оценки эффективности деятельности и системы управления предприятия;

в-третьих, необходимость синтеза в единый механизм научно-обоснованной системы оценки эффективности управления, с одной стороны, и комплекса мер по модернизации систем управления предприятий в процессе реализации антикризисных стратегий, с другой стороны [2].

Отдельные аспекты совершенствования системы управления производственного предприятия, в особенности вопрос о совершенствовании системы управления на основе формирования механизма саморегулирования, нельзя признать проработанными в достаточной степени.

На данном этапе с организационно-экономической точки зрения первостепенными должны являться непосредственно разработка и создание методологического сопровождения механизма оценки эффективности функционирования регулирующей системы в системе управления производственного швейного предприятия.

В соответствии с этой целью предлагается решение следующих задач:

- исследование основных групп факторов, напрямую влияющих на деятельность производственного предприятия и определяющих функционирование соответствующей системы управления;

- исследование методологических основ оценки результатов деятельности швейного предприятия в разрезе отдельных составляющих его системы управления;

- исследование теоретических основ построения системы управления производственного предприятия;

- исследование основных тенденций в хозяйственной деятельности и изменений в системе управления предприятий швейной промышленности;

- разработка и обоснование комплекса мер по модернизации системы управления швейного предприятия.

Анализ организационно-экономических аспектов деятельности швейных предприятий соответствует совершенствованию регулирующей системы в системе управления, которая включает в себя подсистему управления основными и оборотными средствами, подсистему управления финансовыми ресурсами, подсистему управления человеческим капиталом, подсисте-

му управления производством, подсистему управления исследованиями и разработками, а также подсистему управления реализацией продукции.

Система управления предприятия, как и предприятие в целом, находится под постоянным воздействием внешней среды, представленной совокупностью политических, правовых, экономических, социальных, культурных и технологических факторов. Все группы факторов определенным образом воздействуют на деятельность предприятия, поэтому необходимо проводить постоянный мониторинг и исследования их поведения [3].

В любой системе и подсистеме управления ключевыми аспектами являются вид регулирования и тип управления. На практике в системах управления преобладает регулирование по принципу выравнивания отклонений. Тип управления для каждой отдельной подсистемы управления выбирается на основании общей стратегии, принятой на данном предприятии. В ходе реализации стратегии роста используется экстремальный тип. Для данной стратегии преобладает программный тип управления. В случае применения стратегии стабилизации применяется комплексный тип управления, состоящий из синтеза оптимального и экстремального типов. В рамках стратегии выживания используется комплексный тип в виде синтеза преобладающего программного и оптимального типов управления [4].

Основными тенденциями во внешней среде предприятий швейной промышленности являются:

- количественное и стоимостное увеличение основных и оборотных средств;

- увеличение степени изношенности основных производственных фондов; увеличение объемов произведенной продукции;

- повышение производительности оборудования; сокращение количества организаций, работающих в швейной промышленности; ухудшающееся общее финансовое положение предприятий швейной промышленности;

- сокращение доли продукции собственного производства в объеме реализованной продукции; сокращение численности рабочих, занятых на предприятиях швейной промышленности;

- нехватка квалифицированных работников;

- увеличение среднего размера заработной платы в отрасли;

- сокращение доли продукции швейной промышленности на внутреннем рынке; низкий уровень инновационной деятельности.

Практика управления предприятиями швейной промышленности подтверждает необходимость модернизации существующих систем управления. Одним из основных направлений модернизации должен стать постоянный детальный мониторинг внешней среды и корректировка в соответствии с ее тенденциями внутренних составляющих. Продолжение догоняющей политики в отношении получаемых из внешней среды данных губительно для всех предприятий отрасли и представляет собой одну из причин современного кризиса швейной промышленности [5].

Передовыми с точки зрения эффективности управления могут быть квалифицированные подсистемы управления финансами, кадрами и производства.

Дополнительным фактором, повлиявшим на общее снижение эффективности системы управления предприятия, стало падение эффективности системы управления основными и оборотными средствами и системы управления финансовыми ресурсами. Невозможность повышения цен объясняется жесткой конкуренцией как со стороны отечественных производителей, так и со стороны импортных поставщиков.

В Ы В О Д Ы

1. Проведенный анализ организационно-экономической деятельности крупных швейных предприятий позволил определить основные системы управления с использованием новых информационных технологий. Информационная перегруженность систем управления уже не может

сочетать в себе только субъективные качества менеджеров. Она требует объективной оценки необходимости использования информационных технологий в управлении бизнесом и постоянного расширения круга решаемых ими задач.

2. Системы управления, основанные на анализе и обработке информационных баз деятельности предприятий, позволяют не только обобщать отчетные данные, но и определять прогнозные характеристики предприятия, сформированные на тенденциях развития или стагнации.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Бабаджанов С.Г., Доможиров Ю.А.* Экономика предприятий швейной промышленности. – М.: Издательский центр «Академия», 2003.

2. *Бармин А*. Совершенствование управления предприятием // Экономист. – 1993, №9. С. 90…91.

3. *Барнгольц С.Б.* Экономический анализ хозяйственной деятельности на современном этапе развития. – М.: Финансы и статистика, 2004.

4. *Ансофф И.* Стратегическое управление: Сокр. пер. с англ. / Науч. ред. и авт. предисл. Л.И. Евенко. – М.: Экономика, 1989.

5. *Алехина Г.В.* Информационные технологии в экономике и управлении. – М.: МЭСИ, 2002.

R E F E R E N C E S

1. Babadzhanov S.G., Domozhirov Ju.A. Jekonomika predprijatij shvejnoj promyshlennosti. – M.: Izdatel'skij centr «Akademija», 2003.

2. Barmin A. Sovershenstvovanie upravlenija predprijatiem // Jekonomist. – 1993, №9. S. 90…91.

3. Barngol'c S.B. Jekonomicheskij analiz hozjajstvennoj dejatel'nosti na sovremennom jetape razvitija. – M.: Finansy i statistika, 2004.

4. Ansoff I. Strategicheskoe upravlenie: Sokr. per. s angl. / Nauch. red. i avt. predisl. L.I. Evenko. – M.: Jekonomika, 1989.

5. Alehina G.V. Informacionnye tehnologii v jekonomike i upravlenii. – M.: MJeSI, 2002.

Рекомендована кафедрой туризма и сервисного обслуживания. Поступила 30.04.16.

УДК 677.017.4

ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ СТРУКТУРЫ ПЛЕТЕНЫХ ПОЛОТЕН

ASSESS THE STABILITY OF STRUCTURE OFWEAVING CLOTHS

М.В. ТОМИЛОВА, Н.А.СМИРНОВА
M.V. TOMILOVA, N.A. SMIRNOVA

(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: tmchp1@kstu.edu.ru

Приведены результаты исследований стабильности плетеных полотен двуаксиальных и триаксиальных переплетений. Предложены характеристики сдвига для оценки стабильности структуры плетеных полотен и определены их рациональные структуры.

The results of the stability studies biaxial woven fabrics and triaxial weave. Proposed shift characteristics to assess the stability of the structure of woven fabrics and defined by their rational structures.

Ключевые слова: плетеные полотна, стабильность структуры, сдвиг, переплетение, льняная ровница.

Keywords: woven fabrics, structural stability, shear, weaving, flax roving.

Стабильность структуры плетеных полотен и изделий является одним из основных показателей, определяющих их качество. Под стабильностью структуры плетеных полотен понимается способность плетеных полотен сохранять геометрические размеры ячеек при действии внешних сил. Оценка стабильности структуры плетеных полотен является актуальной ввиду применения плетеных технологий при производстве текстильных армирующих композиционных материалов, изделий авиационной и машиностроительной отрасли, легкой промышленности и др. [1], [2].

Основным видом деформации, оказывающим влияние на стабильность структуры плетеных полотен, является деформация сдвига, при которой происходит изменение положения исходных элементов относительно друг друга в структуре полотна под действием внешних сил, приложенных в плоскости полотна [3]. Стабильность структуры плетеных полотен при сдвиге характеризуется устойчивостью ис-

ходных элементов к действию сдвигающего усилия. На настоящий момент не существует стандартных методов оценки стабильности структуры плетеных полотен при сдвиге.

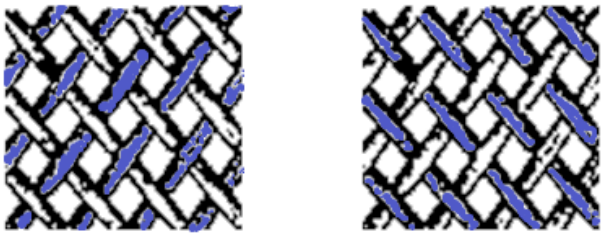
С целью изучения влияния переплетения на стабильность структуры были изготовлены ручным способом плетеные полотна [4] из льняной ровницы 980 текс наиболее распространенными переплетениями: двуаксиальными и триаксиальными (табл. 1).

Таблица 1

№ полотна	Переплетение плетеного полотна		Поверхностная плотность M_s, г/м^2	Геометрическая плотность b_i, мм	
	условное обозначение	вид			
1	г-в	двуаксиальное прямого типа	452	$b_г$	4,6
				$b_в$	4,5
2	z-s	двуаксиальное косого типа	230	b_z	4,3
				b_s	4,2
3	г-в-z	триаксиальное прямого типа с правой третьей системой	775	$b_г$	4,2
				$b_в$	3,5
				b_z	3,3
4	z-s-в	триаксиальное косого типа с вертикальной третьей системой	851	b_z	4,1
				b_s	4,2
				$b_г$	3,7
5	z-s-г	триаксиальное косого типа с горизонтальной третьей системой	740	b_z	4,1
				b_s	4,1
				$b_в$	3,8

Примечание. b – расстояние между центрами ровницы одной системы исходных элементов, мм; $b_в$ – плотность по вертикали, $b_г$ – плотность по горизонтали, b_z – плотность правой системы, b_s – плотность левой системы.

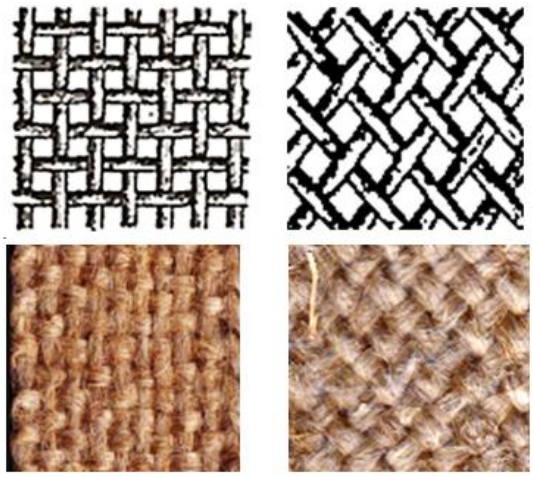
Полотна двуаксиальных переплетений вырабатывались с ортогональным (прямым типом) и наклонным (косым типом) расположением систем исходных элементов в плоскости плетения (рис. 1). Для наклонных систем исходных элементов плетеных полотен приняты следующие обозначения: правая (Z) – исходные элементы направлены слева вверх направо, левая (S) – справа вверх налево (рис. 1 – обозначение систем исходных элементов в полотнах косого типа: а – правая система; б – левая система).



а) б)

Рис. 1

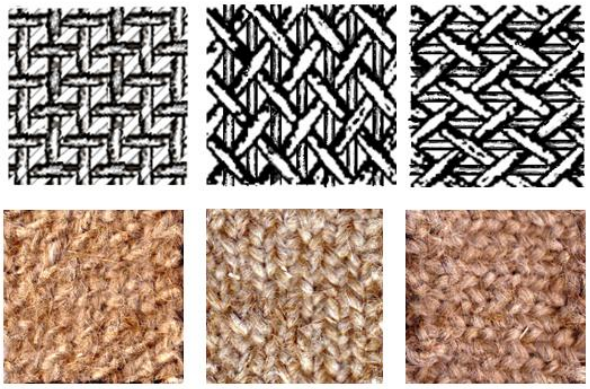
Двуаксиальные переплетения прямого типа выработаны по аналогии образования полотняного переплетения. Системы ортогональных исходных элементов плетеных полотен косого типа расположены под углом 45° к горизонтали (рис. 2 – плетеные полотна двуаксиального переплетения: а – прямого типа; б – косого типа).



а) б)

Рис. 2

Плетеные полотна триаксиальных переплетений получены на основе полотен двуаксиальных переплетений путем ввода третьей системы ровницы под углом 45° к каждой из систем. Триаксиальные плетеные полотна прямого типа выработаны с третьей правой системой, триаксиальные плетеные полотна косого типа – с вертикальной и горизонтальной третьими системами (рис. 3 – плетеные полотна триаксиального переплетения; а – прямого типа с правой третьей системой; б – косого типа с вертикальной третьей системой; в – косого типа с горизонтальной третьей системой).



а) б) в)

Рис. 3

Для оценки стабильности структуры плетеных полотен при сдвиге разработана методика, реализуемая на созданном в КГТУ автоматизированном устройстве, в основу которой положен метод, новизна его подтверждена патентом РФ [5…7]. Методика заключается в деформировании изготовленных прямоугольных проб рабочими размерами 50×100 мм, закрепленных в нижнем зажиме и верхнем зажиме, который может совершать возвратно-поступательное движение в горизонтальной плоскости. К верхнему зажиму прикладывается сдвигающее усилие и в процессе сдвига определяют значения силы Р, сН, измеряемой с помощью датчика силы. Пробу сдвигают на заданное значение угла, при котором не нарушается ровнота поверхности полотна. Выдерживают пробу в нагруженном состоянии в течение 15 мин, затем возвращают в исходное положение, подвергают отдыху в течение 5 мин и определяют изменения первоначальных углов между системами исходных элементов.

Оценку стабильности структуры плетеных полотен проводят по характеристикам релаксационных свойств полотен при сдвиге: релаксации усилий при сдвиге и изменению углов между системами исходных элементов после сдвига и отдыха. Релаксацию усилия определяют относительными ΔР, %, и абсолютными показателями – разностью усилий $P_1 - P_2$, сН [3]. Чем меньше величина изменения усилия, тем выше способность структуры плетеного полотна сопротивляться сдвигу:

$$\Delta P = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \cdot 100, \qquad (1)$$

где P_1 – усилие сдвига пробы на заданный угол, сН; P_2 – усилие после 15 мин нагружения, сН.

Изменения углов между системами исходных элементов после отдыха от их первоначального положения (φ, град), близкие к нулю, свидетельствуют о высокой стабильности структуры полотна. Стабильность структуры исследуемых полотен определяли при сдвиге на угол 5 град α_5 и на максимально возможный угол сдвига α_{max}, при котором не нарушается ровнота поверхности полотна (табл. 2).

Исследования показали, что двуаксиальные и триаксиальные полотна прямого типа обладают более стабильной структурой по сравнению с полотнами косого типа. Угол сдвига на α_5 и α_{max}, при котором не происходит нарушения ровноты поверхности полотна, не оказывают существенного влияния на релаксационные характеристики: наиболее стабильной структурой обладают плетеные полотна триаксиального переплетения прямого типа с правой третьей системой и косого типа с вертикальной третьей системой.

Таблица 2

Условное обозначение полотна	Сдвиг на угол α_5				Сдвиг на α_{max}, при котором не нарушается ровнота поверхности полотна				
	усилие сдвига $P_{сдв}$, сН	релаксация усилия ΔP,%	угол отклонения φ, град		максимальный угол сдвига α_{max}, град	усилие сдвига $P_{сдв}$, сН	релаксация усилия ΔP,%	угол отклонения φ, град	
г-в	21,76	16,18	$\varphi_{г-в}$	3	13	55,54	17,7	$\varphi_{г-в}$	3,5
z-s	8,24	23,42	φ_{z-s}	4,5	15	66,31	26,05	φ_{z-s}	5
г-в-z	45,30	5,01	$\varphi_{г-в}$	1,5	7	59,13	5,76	$\varphi_{г-в}$	2
			$\varphi_{z-в}$	1				$\varphi_{z-в}$	1,5
z-s-в	57,85	13,57	φ_{z-s}	1,1	5	57,85	13,57	φ_{z-s}	1,1
			$\varphi_{z-в}$	1				$\varphi_{z-в}$	1
z-s-г	24,33	26,02	φ_{z-s}	2,6	14	102,51	26,11	φ_{z-s}	3
			$\varphi_{z-г}$	2				$\varphi_{z-г}$	2,5

Примечание. $\varphi_{г-в}$ – угол между горизонтальной и вертикальной системами, φ_{z-s} – угол между правой и левой системами, $\varphi_{z-в}$ – угол между правой и вертикальной системами, $\varphi_{z-г}$ – угол между правой и горизонтальной системами.

Стабильной структурой можно считать такую структуру, у которой изменения углов между системами исходных элементов после сдвига и отдыха зрительно не воспринимаются [8]. Экспериментальные исследования показали, что изменения углов между системами исходных элементов от их первоначального положения для стабильных структур не превышают 1,5 град.

Для экспресс-оценки стабильности структуры плетеных полотен достаточно использовать одну характеристику релаксационных свойств при сдвиге – релаксацию усилия и проводить сдвиг на 5 град, так как при этом значении угла для любых полотен двуаксиальных и триаксиальных переплетений не нарушается ровнота поверхности.

ВЫВОДЫ

1. Предложена оценка стабильности структуры плетеных полотен по характеристикам их релаксационных свойств при сдвиге: релаксации усилий и изменению углов между системами исходных элементов после сдвига.

2. Исследование релаксационных свойств при сдвиге плетеных полотен из льняной ровницы показало влияние переплетения на стабильность их структуры. Плетеные полотна косого типа имеют менее устойчивую к сдвигу структуру, чем полотна прямого типа. Наиболее стабильной при сдвиге структурой является триаксиальное плетеное полотно прямого типа с правой третьей системой.

3. Получены новые справочные сведения по характеристикам релаксационных свойств льняных плетеных полотен при сдвиге их элементов.

4. Для экспресс-оценки стабильности структуры предложена релаксация усилия при сдвиге.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Перепелкин К.Е.* Полимерные композиты на основе химических волокон: основные виды [Электронный ресурс] // Технический текстиль. – 2006, № 13; ULR: http://rustm.net/catalog/article/185.html.

2. *Томилова М.В., Смирнова Н.А.* Технология изготовления головных уборов плетением // Тез. докл. Всерос. научн. студ. конф.: Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС – 2013). – М.: МГУДТ, 2013. С.35.

3. *Кукин Г.Н.* Текстильное материаловедение (текстильные полотна и изделия). – М.: Легпромбытиздат, 1992.

4. *Лаврис Е.В.* Теория и методы проектирования объемных малошовных оболочек с триаксиальной и мультиаксиальной структурой. – М.: МГУДТ, 2011.

5. Патент РФ № 2549497. Способ определения релаксационных свойств материалов при сдвиге / Лапшин В.В., Томилова М.В., Смирнова Н.А., Замышляева В.В., Добрынина Н.Н. – Опубл. 27.04.2015, Бюл. № 12.

6. *Томилова М.В., Смирнова Н.А., Лапшин В.В.* Оценка свойств плетеных полотен // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №1. С. 27...29.

7. *Добрынина Н.Н., Лапшин В.В., Смирнова Н.А., Замышляева В.В.* Автоматизированный метод и устройство для исследования показателей качества тканей при сдвиге нитей [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2014, № 6. Режим доступа: http://science-education.ru/120-16521.

8. *Шершнева Л.П.* Качество одежды. – М.: Легпромбытиздат, 1985.

R E F E R E N C E S

1. Perepelkin K.E. Polimernye kompozity na osnove himicheskih volokon: osnovnye vidy [Jelektronnyj resurs] // Tehnicheskij tekstil'. – 2006, №13; ULR: http://rustm.net/catalog/article/185.html.

2. Tomilova M.V., Smirnova N.A. Tehnologija izgotovlenija golovnyh uborov pleteniem // Tez. dokl. Vseros. nauchn. stud. konf.: Innovacionnoe razvitie legkoj i tekstil'noj promyshlennosti (INTEKS – 2013). – M.: MGUDT, 2013. S.35.

3. Kukin G.N. Tekstil'noe materialovedenie (tekstil'nye polotna i izdelija). – M.: Legprombytizdat, 1992.

4. Lavris E.V. Teorija i metody proektirovanija ob"emnyh maloshovnyh obolochek s triaksial'noj i mul'tiaksial'noj strukturoj. – M.: MGUDT, 2011.

5. Patent RF № 2549497. Sposob opredelenija relaksacionnyh svojstv materialov pri sdvige / Lapshin V.V., Tomilova M.V., Smirnova N.A., Zamyshljaeva V.V., Dobrynina N.N. – Opubl. 27.04.2015, Bjul. №12.

6. Tomilova M.V., Smirnova N.A., Lapshin V.V. Ocenka svojstv pletenyh poloten // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, №1. S. 27...29.

7. Dobrynina N.N., Lapshin V.V., Smirnova N.A., Zamyshljaeva V.V. Avtomatizirovannyj metod i ustrojstvo dlja issledovanija pokazatelej kachestva tkanej pri sdvige nitej [Jelektronnyj resurs] // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2014, № 6. Rezhim dostupa: http://science-education.ru/120-16521.

8. Shershneva L.P. Kachestvo odezhdy. – M.: Legprombytizdat, 1985.

Рекомендована кафедрой дизайна, технологии, материаловедения и экспертизы потребительских товаров. Поступила 21.12.15.

УДК 624

О ДИАГРАММНОМ МЕТОДЕ ПОСТРОЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СООТНОШЕНИЙ ДЛЯ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ОБЪЕМНОМ НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ

ABOUT DIAGRAM METHOD FOR CONSTRUCTION OF THE PHYSICAL PROPORTIONS FOR CONCRETE AND REINFORCED CONCRETE ELEMENTS UNDER VOLUMETRIC (TRIAXIAL) STRESS STATE

Н.И. КАРПЕНКО, С.Н. КАРПЕНКО
N.I. KARPENKO, S.N. KARPENKO

(Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук)
(Research Institute of Building Physics of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences)
E-mail: niisf_lab9@mail.ru

Многие железобетонные конструкции работают в условиях трехосного напряженного состояния. Однако соответствующие физические соотношения (связи между напряжениями и деформациями) для них являются недостаточно разработанными.

Представим построения таких соотношений для бетонных и железобетонных элементов, работающих без трещин при различных напряженных состояниях (трехосном сжатии, смешанных напряженных состояниях сжатие-растяжение и трехосном растяжении). В основу построений

положены нелинейные диаграммы деформирования бетона по трем главным направлениям, которые трансформируются в зависимости от вида уровней напряженного состояния (согласно диаграммному методу). Армирование представляется объемными каркасами, стержни которого располагаются по трем ортогональным направлениям. Железобетон представляется как двухкомпонентный материал, арматурные стержни которого воспринимают нормальные (вдоль стержней) и касательные напряжения.

Many reinforced concrete structures working under conditions of triaxial stress state. However, the relevant physical proportions (relations between stresses and deformations) are insufficiently developed.

Imagine the construction of such proportions for concrete and reinforced concrete elements working with no cracks at different stress states (triaxial compression, mixed stress states of compression-tension and triaxial tension). The basis for the creation based on non-linear diagrams of concrete deformation for three main areas, which are transformed depending on the type and level of stress state (according to the diagram method). Reinforcement is represented by surround frames, the rods of which are arranged in three orthogonal directions. The reinforced concrete is represented as a two-component material, the reinforcing rods of which perceive the normal (along the rods) and shear stresses.

Ключевые слова: бетонные и железобетонные элементы, напряжения, относительные деформации, физические соотношения, объемное напряженное состояние.

Keywords: concrete and reinforced concrete elements, tensions, relative deformations, physical proportions, triaxial stress state.

Диаграммы связи напряжений и относительных деформаций для бетонных элементов при объемном напряженном состоянии.

Вводимые в физические соотношения главные напряжения в бетоне полагаются расположенными в последовательности $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$. Положительными являются напряжения растяжения. Рассматривается случай активного нагружения, когда величины главных нагружений возрастают, хотя, возможно, и не пропорционально одному параметру.

Следуя [1], связи между главными напряжениями и главными относительными деформациями в главных осях n, m, ℓ записываются в виде:

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_{b1} \\ \varepsilon_{b2} \\ \varepsilon_{b3} \\ \gamma_{b12} \\ \gamma_{b23} \\ \gamma_{b31} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{b11} & C_{b12} & C_{b13} & 0 & 0 & 0 \\ C_{b12} & C_{b22} & C_{b23} & 0 & 0 & 0 \\ C_{b13} & C_{b23} & C_{b33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & G_{b12} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & G_{b23} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & G_{b31} \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} \sigma_{b1} \\ \sigma_{b2} \\ \sigma_{b3} \\ \tau_{b12} \\ \tau_{b23} \\ \tau_{b31} \end{Bmatrix}, \qquad (1)$$

или (более компактно):

$$\left\{\varepsilon_b\right\}_n = \left[C_b\right]_n \left\{\sigma_b\right\}_n, \qquad (1^*)$$

где $\left\{\sigma_b\right\}_n$ и $\left\{\varepsilon_b\right\}_n$ – вектор-столбцы главных напряжений и деформаций; $\left[C_b\right]_n$ – матрица податливости; C_{bps}(ps= 11, 22, 23, 12,

13, 23) – коэффициенты податливости бетона продольным и поперечным деформациям, $G_{b12}, G_{b23}, G_{b31}$ – коэффициенты податливости деформациям сдвига; значения $\tau_{b12}, \tau_{b23}, \tau_{b31}$ и $\gamma_{b12}, \gamma\tau_{b23}, \gamma\tau_{b31}$ – касательные напряжения и деформации сдвига в главных осях равны нулю; они введены, чтобы использовать стандартные матричные преобразования при переходе от осей главных напряжений к глобальным осям x, y, z.

Коэффициенты податливости сдвигам в (1) можно представить в виде:

$$\left.\begin{aligned} G_{b12} &= C_{b1} + C_{b2} - 2C_{b12}, \\ G_{b23} &= C_{b2} + C_{b3} - 2C_{b23}, \\ G_{b31} &= C_{b3} + C_{b1} - 2C_{b13}. \end{aligned}\right\} . \quad (2)$$

В общем виде значения коэффициентов податливости, входящих в матрицу податливости $[C_b]_n$ в (2.1), определяются по формулам:

$$\begin{aligned} &C_{b11} = \frac{1}{E_b \nu_{b1}}; C_{b22} = \frac{1}{E_b \nu_{b2}}; C_{b33} = \frac{1}{E_b \nu_{b3}}; \\ &C_{b12} = \frac{\mu_{b12}}{E_b \bar{\nu}_b}; C_{b13} = \frac{\mu_{b13}}{E_b \bar{\nu}_b}; C_{b23} = \frac{\mu_{b23}}{E_b \bar{\nu}_b}, \end{aligned} \quad (3)$$

где E_b – начальный модуль деформации бетона; $\nu_{be}(e = 1,2,3)$ – коэффициенты изменения секущих модулей деформации бетона по направлениям,

$$\nu_{be} = \hat{\nu}_{be} \pm (\nu_{0e} - \hat{\nu}_{be}) \sqrt{1 - \omega_{1e}\eta_e - \omega_{2e}\eta_e^2} . \quad (4)$$

Здесь $\hat{\nu}_{be}$ – предельное значение ν_{be} при выходе напряжений на поверхность прочности (при $\eta_e = 1$); ν_{0e} – начальное значение ν_{be}, зависящее от вида трехосного напряженного состояния; ω_{1e} – параметр кривизны диаграммы,

$$\omega_{1e} = 2 - 2{,}05\nu_{be}; \omega_{2e} = 1 - \nu_{be}, \quad (5)$$

$\eta_e \le 1$ – уровни главных напряжений (всегда положительные величины),

$$\eta_e = \sigma_{be} / \hat{\sigma}_{be} (e = 1,2,3), \quad (6)$$

$\hat{\sigma}_{be}$ – предельные значения напряжений, соответствующие выходу напряжений на поверхность прочности (определяются по критериям прочности, приведенным в [3]); $\bar{\nu}_b$ – коэффициент изменения модуля деформации бетона, влияющего на поперечные деформации (определяется также по формуле (4) с указанными в [2] особенностями); $\mu_{bek}(ek = 12,23,13)$ – коэффициенты поперечной деформации,

$$\mu_{bek} = \hat{\mu}_{bek} + (\mu_b - \hat{\mu}_{bek}) \sqrt{1 - \eta_3}, \quad (7)$$

$\hat{\mu}_{bek}$ – значение коэффициентов поперечных деформаций при выходе напряжений на поверхности прочности; μ_b – начальный коэффициент поперечной деформации ($\mu_b = 0{,}15...0{,}2$); η_3 – уровень максимальных по модулю напряжений сжатия ($\eta_3 = \sigma_{b3} / \hat{\sigma}_{b3}$).

Значения (2) для коэффициентов податливости можно преобразовать к виду:

$$G_{bek} = \frac{1}{E_b}\left(\frac{1}{\nu_{be}} + \frac{1}{\nu_{bk}} + \frac{2\mu_{bek}}{\bar{\nu}_b}\right). \quad (8)$$

Определение коэффициентов податливости и соответствующих им коэффициентов секущих модулей в зависимости от вида напряженного состояния представлено в [2].

Особенности формирования физических соотношений для железобетонных элементов.

Рассматривается наиболее часто применяемое армирование бетонных элементов в виде каркасов, арматурные стержни которого располагаются вдоль трех ортогональных осей *x, y, z* с определенными шагами $\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z$ (рис. 1 – схема объемного арматурного каркаса).

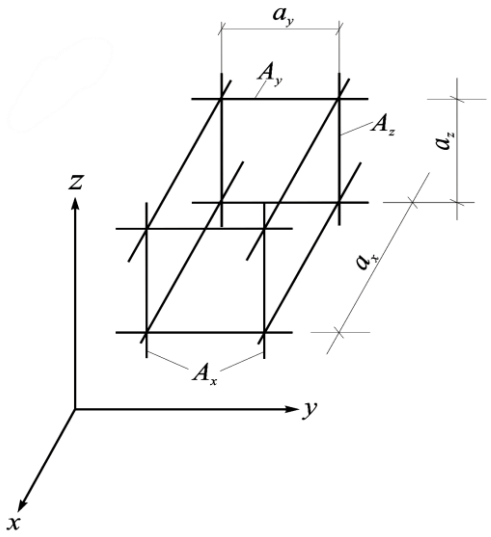


Рис. 1

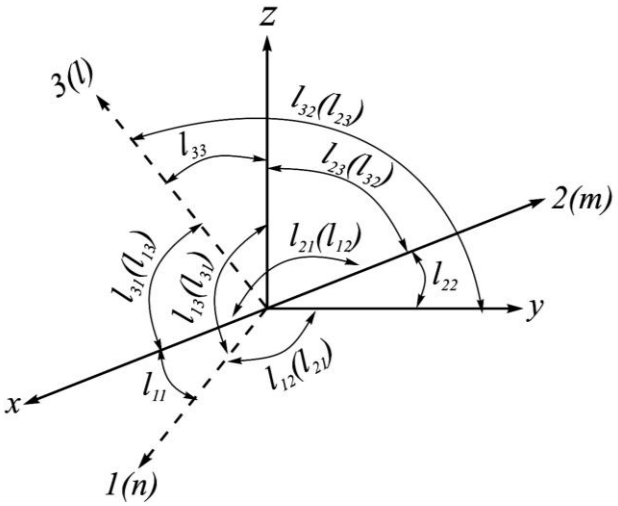


Рис. 2

Такое армирование будет характеризоваться тремя коэффициентами:

$$\mu_{sx} = \frac{A_x}{a_y a_z}; \mu_{sy} = \frac{A_y}{a_x a_z}; \mu_{sz} = \frac{A_z}{a_x a_y}, \quad (9)$$

где A_x, A_y, A_z – площади стержней, направленных соответственно вдоль осей x, y, z.

Вывод физических соотношений для железобетонных элементов сводится к следующей последовательности.

Вначале физические соотношения (1) для бетонных элементов преобразовываются к осям расположения арматурных стержней x, y, z:

$$\{\varepsilon_b\}_x = [\alpha]^T [C_b]_n [\alpha] \{\sigma_b\}_x = [C_b]_x \{\sigma_b\}_x, \quad (10)$$

где

$$\{\varepsilon_b\}_x = \{\varepsilon_{bx}, \varepsilon_{by}, \varepsilon_{bz}, \gamma_{bxy}, \gamma_{byz}, \gamma_{bzx}\}^T,$$
$$\{\sigma_b\}_x = \{\sigma_{bx}, \sigma_{by}, \sigma_{bz}, \tau_{bxy}, \tau_{byz}, \tau_{bzx}\}^T,$$

[α] – матрица направляющих косинусов между осями n, m, ℓ (1, 2, 3) и x, y, z (1, 2, 3), которая согласно рис. 2 записывается следующим образом:

$$[\alpha] = \begin{bmatrix} \ell_{11}^2 & \ell_{12}^2 & \ell_{13}^2 & 2\ell_{11}\ell_{12} & 2\ell_{12}\ell_{13} & 2\ell_{11}\ell_{13} \\ \ell_{21}^2 & \ell_{22}^2 & \ell_{23}^2 & 2\ell_{21}\ell_{22} & 2\ell_{22}\ell_{23} & 2\ell_{23}\ell_{21} \\ \ell_{31}^2 & \ell_{32}^2 & \ell_{33}^2 & 2\ell_{31}\ell_{32} & 2\ell_{32}\ell_{33} & 2\ell_{33}\ell_{31} \\ \ell_{11}\ell_{21} & \ell_{12}\ell_{22} & \ell_{13}\ell_{23} & \ell_{11}\ell_{22}+\ell_{12}\ell_{21} & \ell_{12}\ell_{23}+\ell_{13}\ell_{22} & \ell_{13}\ell_{21}+\ell_{11}\ell_{23} \\ \ell_{21}\ell_{31} & \ell_{22}\ell_{32} & \ell_{23}\ell_{33} & \ell_{21}\ell_{32}+\ell_{22}\ell_{31} & \ell_{22}\ell_{33}+\ell_{23}\ell_{32} & \ell_{23}\ell_{31}+\ell_{21}\ell_{33} \\ \ell_{31}\ell_{11} & \ell_{32}\ell_{12} & \ell_{33}\ell_{13} & \ell_{31}\ell_{12}+\ell_{32}\ell_{11} & \ell_{32}\ell_{13}+\ell_{33}\ell_{12} & \ell_{33}\ell_{11}+\ell_{31}\ell_{13} \end{bmatrix}. \quad (11)$$

На рис. 2 представлена схема направляющих косинусов повернутой системы в декартовых координатах 1, 2, 3 (n, m, ℓ) относительно начальной системы x, y, z (в скобках представлены направляющие косинусы обратного преобразования системы x, y, z относительно начальной 1, 2, 3 (n, m, ℓ)).

В развернутом виде преобразованная система (10) записывается так:

$$\begin{Bmatrix}\varepsilon_{bx}\\ \varepsilon_{by}\\ \varepsilon_{bz}\\ \gamma_{bxy}\\ \gamma_{byz}\\ \gamma_{bzx}\end{Bmatrix}=\begin{bmatrix}C_{b11} & C_{b12} & C_{b13} & C_{b14} & C_{b15} & C_{b16}\\ C_{b12} & C_{b22} & C_{b23} & C_{b24} & C_{b25} & C_{b26}\\ C_{b13} & C_{b23} & C_{b33} & C_{b34} & C_{b35} & C_{b36}\\ C_{b14} & C_{b24} & C_{b34} & C_{b44} & C_{b45} & C_{b46}\\ C_{b15} & C_{b25} & C_{b35} & C_{b45} & C^{*}_{b55} & C_{b56}\\ C_{b16} & C_{b26} & C_{b36} & C_{b46} & C_{b56} & C^{*}_{b66}\end{bmatrix}\cdot\begin{Bmatrix}\sigma_{bx}\\ \sigma_{by}\\ \sigma_{bz}\\ \tau_{bxy}\\ \tau_{byz}\\ \tau_{bzx}\end{Bmatrix}. \quad (12)$$

Формирование физических соотношений для железобетонных элементов сводится к двум последовательным операциям. Вначале учитываем влияние арматуры на сдвиговые деформации элемента. Исходя из соблюдения закона парности касательных напряжений в сечении, полагаем, что одноименные касательные напряжения в бетоне $(\tau_{bxy},\tau_{byz},\tau_{bzx})$ и арматуре $(\tau_{sxy},\tau_{syz},\tau_{szx})$ равны и равны соответствующим общим касательным напряжениям $(\tau_{xy},\tau_{yz},\tau_{zx})$ железобетонного элемента.

При этом деформации сдвига арматуры составляют:

$$\gamma_{sxy}=\frac{\tau_{xy}}{G_s},\ \gamma_{syz}=\frac{\tau_{yz}}{G_s},\ \gamma_{szx}=\frac{\tau_{xy}}{G_s}, \quad (13)$$

где усредненные модули сдвига арматуры могут быть приняты равными:

$$G_{sxy}=\frac{1}{2}(E_{sx}+E_{sy})/(1+2\mu_s),$$
$$G_{syz}=\frac{1}{2}(E_{sy}+E_{sz})/(1+2\mu_s), \quad (14)$$
$$G_{sxy}=\frac{1}{2}(E_{sz}+E_{sx})/(1+2\mu_s),$$

E_{sx},E_{sy},E_{sz} – модули деформации арматурных стержней x, y, z – направлений; μ_s – коэффициент поперечных деформаций.

Общие сдвиги железобетонного элемента состоят:

$$\gamma_{xy}=\gamma_{bxy}+\gamma_{sxy}(\mu_x+\mu_y),$$
$$\gamma_{yz}=\gamma_{byz}+\gamma_{syz}(\mu_y+\mu_z), \quad (15)$$
$$\gamma_{zx}=\gamma_{bzx}+\gamma_{szx}(\mu_z+\mu_x).$$

Подставляя в (15) значения сдвиговых деформаций бетона из (12) и арматуры из (13), (14), приходим к откорректированной системе физических соотношений вида:

$$\begin{Bmatrix}\varepsilon_{bx}\\ \varepsilon_{by}\\ \varepsilon_{bz}\\ \gamma_{xy}\\ \gamma_{yz}\\ \gamma_{zx}\end{Bmatrix}=\begin{bmatrix}C_{b11} & C_{b12} & C_{b13} & C_{b14} & C_{b15} & C_{b16}\\ C_{b12} & C_{b22} & C_{b23} & C_{b24} & C_{b25} & C_{b26}\\ C_{b13} & C_{b23} & C_{b33} & C_{b34} & C_{b35} & C_{b36}\\ C_{b14} & C_{b24} & C_{b34} & C^{*}_{b44} & C_{b45} & C_{b46}\\ C_{b15} & C_{b25} & C_{b35} & C_{b45} & C^{*}_{b55} & C_{b56}\\ C_{b16} & C_{b26} & C_{b36} & C_{b46} & C_{b56} & C^{*}_{b66}\end{bmatrix}\cdot\begin{Bmatrix}\sigma_{bx}\\ \sigma_{by}\\ \sigma_{bz}\\ \tau_{xy}\\ \tau_{yz}\\ \tau_{zx}\end{Bmatrix}, \quad (16)$$

или (в сокращенном виде):

$$\left\{\varepsilon^{*}_{b}\right\}_x=\left[C^{*}_{b}\right]_x\left\{\sigma^{*}_{b}\right\}_x, \quad (16^*)$$

где

$$\left\{\varepsilon^{*}_{b}\right\}_x=\left\{\varepsilon_{bx},\varepsilon_{by},\varepsilon_{bz},\gamma_{xy},\gamma_{yz},\gamma_{zx}\right\}^{m},$$
$$\left\{\sigma^{*}_{b}\right\}_x=\left\{\sigma_{bx},\sigma_{by},\sigma_{bz},\tau_{xy},\tau_{yz},\tau_{zx}\right\}^{m}. \quad (17)$$

Здесь $C^{*}_{bii}(ii=44,55,66)$ – коэффициенты податливости сдвиговым деформациям бетона с учетом влияния арматуры на эти деформации:

$$C^*_{b44} = C_{b44} + \frac{1}{G_s}(\mu_x + \mu_y),$$
$$C^*_{b55} = C_{b55} + \frac{1}{G_s}(\mu_y + \mu_z), \qquad (18)$$
$$C^*_{b66} = C_{b66} + \frac{1}{G_s}(\mu_z + \mu_x).$$

Остальные коэффициенты C_{bij} в матрице (16) равны аналогичным коэффициентам матрицы (12).

Для дальнейших операций необходимо соотношения (16*) представить в обращенном виде:

$$\left\{\sigma^*_b\right\}_x = \left[C^*_b\right]^{-1}\left\{\varepsilon_b\right\}_x = \left[d^*_b\right]_x\left\{\varepsilon^*_b\right\}_x, \qquad (19)$$

или в развернутом виде:

$$\begin{Bmatrix}\sigma_{bx}\\ \sigma_{by}\\ \sigma_{bz}\\ \tau_{xy}\\ \tau_{yz}\\ \tau_{zx}\end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} d^*_{b11} & d^*_{b12} & d^*_{b13} & d^*_{b14} & d^*_{b15} & d^*_{b16}\\ d^*_{b12} & d^*_{b22} & d^*_{b23} & d^*_{b24} & d^*_{b25} & d^*_{b26}\\ d^*_{b13} & d^*_{b23} & d^*_{b33} & d^*_{b34} & d^*_{b35} & d^*_{b36}\\ d^*_{b14} & d^*_{b24} & d^*_{b34} & d^*_{b44} & d^*_{b45} & d^*_{b46}\\ d^*_{b15} & d^*_{b25} & d^*_{b35} & d^*_{b45} & d^*_{b55} & d^*_{b56}\\ d^*_{b16} & d^*_{b26} & d^*_{b36} & d^*_{b46} & d^*_{b56} & d^*_{b66}\end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix}\varepsilon_{bx}\\ \varepsilon_{by}\\ \varepsilon_{bz}\\ \gamma_{xy}\\ \gamma_{yz}\\ \gamma_{zx}\end{Bmatrix}, \qquad (20)$$

где d^*_{bij} – коэффициенты жесткости бетонного элемента, вычисленные с учетом влияния арматуры на сдвиги.

Вывод окончательных физических соотношений для железобетонного элемента.

Учитывая равенство относительных деформаций арматуры и бетона:

$$\varepsilon_{bx} = \varepsilon_x, \varepsilon_{by} = \varepsilon_y, \varepsilon_{bz} = \varepsilon_z. \qquad (21)$$

Общие нормальные напряжения в железобетонном элементе будут складываться из напряжений в бетоне и приведенных напряжений в арматуре:

$$\sigma_x = \sigma_{bx} + \sigma_{sx}\mu_{sx} = \sigma_{bx} + \varepsilon_x\mu_{sx}E_{sx},$$
$$\sigma_y = \sigma_{by} + \sigma_{sy}\mu_{sy} = \sigma_{by} + \varepsilon_y\mu_{sy}E_{sy}, \qquad (22)$$
$$\sigma_z = \sigma_{bz} + \sigma_{sz}\mu_{sz} = \sigma_{bz} + \varepsilon_z\mu_{sz}E_{sz}.$$

Подстановка значений σ_{bx}, σ_{by}, σ_{bz} из (20) в (22) приводит к окончательным физическим соотношениям для железобетонного элемента:

$$\begin{Bmatrix}\sigma_x\\ \sigma_y\\ \sigma_z\\ \tau_{xy}\\ \tau_{yz}\\ \tau_{zx}\end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{13} & d_{14} & d_{15} & d_{16}\\ d_{12} & d_{22} & d_{23} & d_{24} & d_{25} & d_{26}\\ d_{13} & d_{23} & d_{33} & d_{34} & d_{35} & d_{36}\\ d_{14} & d_{24} & d_{34} & d_{44} & d_{45} & d_{46}\\ d_{15} & d_{25} & d_{35} & d_{45} & d_{55} & d_{56}\\ d_{16} & d_{26} & d_{36} & d_{46} & d_{56} & d_{66}\end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix}\varepsilon_{bx}\\ \varepsilon_{by}\\ \varepsilon_{bz}\\ \gamma_{xy}\\ \gamma_{yz}\\ \gamma_{zx}\end{Bmatrix}. \qquad (23)$$

В Ы В О Д Ы

Получена более точная система физических соотношений для расчета железобетонных конструкций при объемном напряженном состоянии до появления трещин. После появления трещин необходимо использовать физические соотношения, представленные в [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Карпенко Н.И.* Общие модели механики железобетона. – М.: Стройиздат, 1996. С.60...91.
2. *Карпенко Н.И., Карпенко С.Н.* О формировании физических соотношений для бетонных элементов при объемном напряженном состоянии // Жилищное строительство. – 2015, №3. С.10...13.
3. *Карпенко Н.И., Карпенко С.Н.* Составной критерий прочности бетона при объемном напряженном состоянии. Бетон и железобетон – взгляд в будущее // Тр. III Всерос. и II Междунар. конф. по бетону и железобетону. – М.: МИСИ-МГСУ, 2014, том IV. С. 156...165.

REFERENCES

1. Karpenko N.I. Obshhie modeli mehaniki zhelezobetona. – M.: Strojizdat, 1996. S.60...91.
2. Karpenko N.I., Karpenko S.N. O formirovanii fizicheskih sootnoshenij dlja betonnyh jelementov pri ob"emnom naprjazhennom sostojanii // Zhilishhnoe stroitel'stvo. – 2015, №3. S.10...13.
3. Karpenko N.I., Karpenko S.N. Sostavnoj kriterij prochnosti betona pri ob"emnom naprjazhennom sostojanii. Beton i zhelezobeton – vzgljad v budushhee // Tr. III Vseros. i II Mezhdunar. konf. po betonu i zhelezobetonu. – M.: MISI-MGSU, 2014, tom IV. S. 156...165.

Рекомендована Ученым советом НИИСФ РААСН. Поступила 15.05.16.

УДК 691:53.089.6

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ ВЛАГОМЕТРИИ

THE METROLOGICAL ASPECTS OF BUILDING MATERIALS MOISTURE

В.С. РОЙФЕ, А.А.ВЕРХОВСКИЙ, А.С. ЗАПОРОЖЕЦ, В.Б. КОЗЫНЧЕНКО
V.S. ROJFE, A.A. VERKHOVSKY, A.S. ZAPOROZHEC, V.B. KOZYNCHENKO

(Научно-исследовательский институт строительной физики
Российской академии архитектуры и строительных наук,
Уральский научно-исследовательский институт метрологии,
Некоммерческое образовательное учреждение Учебно-методический центр "Альголь")
(Research Institute of Building Physics of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences,
Ural Research Institute of Metrology,
Noncommercial Educational Institution Educational and Methodical Center "Algol")
E-mail: roife@mail.ru

Рассмотрены метрологические аспекты строительной влагометрии и возможность осуществления поверки диэлькометрических влагомеров с помощью стандартных образцов. Показаны достоинства и недостатки стандартных образцов-имитаторов и стандартных образцов на основе натуральных веществ. Поставлены задачи совершенствования системы метрологического обеспечения в строительной отрасли, направленные на разработку широкой номенклатуры стандартных образцов и нормативных документов, регламентирующих методы и средства поверки влагомеров строительных материалов.

The metrological aspects of building materials moisture metering and the possibility of dielkometric hydrometers verification using CO-simulators are considered. Set tasks to improve the system of metrological support in the construction industry, which are aimed at the development a wide range of standard samples and aregulatory documents the methods and verification means moisture meters of building materials.

Ключевые слова: влагометрия, диэлькометрический метод, стандартизация, стандартные образцы.

Keywords: moisture metering, metrology, dielkometric method, standartization, certified reference materials.

Одной из основных задач технического регулирования является оценка соответствия объектов технического регулирования требованиям технических регламентов, частью которой должен быть контроль качества строительства и соблюдение обязательных требований нормативных документов. Такой контроль существовал в нашей стране всегда, но имел различные формы. В дореформенный период существенное влияние на систему контроля качества строительства оказывало явное превалирование спроса над предложением, в результате чего проблеме контроля качества строительных объектов оказывалось явно недостаточное внимание. В связи с переходом на рыночную систему строительные организации оказались в совершенно иных условиях, когда вместо проблем дефицита строительной продукции пришли проблемы выживания в конкурентной борьбе. Это повлияло на систему контроля качества строительной продукции, которая приняла формы, характерные для рыночных условий.

Рассмотрим здесь один аспект затронутой проблемы, касающийся инструментального неразрушающего контроля эксплуатационной влажности материалов ограждающих конструкций зданий, и, в первую очередь, состояние нормативной базы в области строительной влагометрии.

Влажность является одним из основных факторов, влияющих на технологические, эксплуатационные и другие свойства строительных материалов, изделий и конструкций в целом. Традиционно влажность строительных материалов определяют по ГОСТу 12730.2. Бетоны. Метод определения влажности и ГОСТу 24816–2014. Материалы строительные. Метод определения равновесной сорбционной влажности, в которых используется прямой термогравиметрический способ, достаточно трудоемкий и требующий больших затрат времени. К тому же этот способ требует отбора проб (образцов) материала, то есть он не является неразрушающим и, практически, неприемлем в натурных условиях на строительных объектах. Между тем известно большое число косвенных физических, химических и других методов измерений и контроля влажности различных материалов, описанных в технической литературе, например [1...3]. В строительной отрасли нашли практическое применение лишь два метода: диэлькометрический и нейтронный (ГОСТ 23422–79. Материалы строительные. Диэлькометрический и нейтронный методы измерения влажности). Основными достоинствами диэлькометрического метода являются: универсальность применения (полевые, лабораторные, производственные условия); возможность выбора конструкции первичного преобразователя (датчика) – поверхностный, зондовый, игольчатый и др.; выполнение измерений и контроля влажности практически мгновенно и непосредственно в изделиях и конструкциях без нарушения их целостности; возможность регулирования зоны контроля датчика; отсутствие необходимости защиты человека от вредных биологических воздействий.

По характеру измеряемого датчиком параметра влагомеры принято делить на два класса: кондуктометрические и диэлькометрические. Кондуктометрические влагомеры работают в диапазоне частот от нуля до нескольких сотен кГц, и измеряемым параметром является удельная электропроводность или обратная ей величина – удельное сопротивление. Диэлькометрические – в диапазоне от единиц МГц до СВЧ,

измеряемым параметром при этом служит диэлектрическая проницаемость или диэлектрические потери. Принятая классификация достаточно условна, поскольку в общем случае измеряется полная (комплексная) проводимость контролируемого вещества, содержащая активную и реактивную составляющие, в которые входят все перечисленные выше электрофизические свойства.

Первый серийный отечественный влагомер строительных конструкций и материалов типа ВСКМ-12, разработанный НИИСФ [4], в течение ряда лет выпускался отечественной промышленностью. В дальнейшем модификация этого прибора ВСКМ-12У послужила прототипом для множества других моделей влагомеров, изготавливаемых и в настоящее время российскими производителями.

В связи с требованиями практики номенклатура материалов, используемых в строительстве, чрезвычайно разнообразна и постоянно расширяется. Широко используются монолитные сыпучие, волокнистые, композиционные и другие виды материалов. С этим и связана одна из проблем разработки, выпуска и метрологического обеспечения рабочих средств измерения влажности. Она заключается, с одной стороны, в экономической нецелесообразности выпуска семейства однотипных влагомеров частного применения, например, один – для древесины, другой – для бетонов, третий – для песков и т. д. С другой стороны, выпуск универсального влагомера, решающего большинство практических задач, требует разработки базовой модели, комплектуемой в зависимости от нужд потребителя разными датчиками, комплектами градуировочных зависимостей и методикой проведения измерений. В последние годы на предприятиях строительного профиля России и стран СНГ находится достаточно большое число влагомеров разных типов и времени выпуска, отечественного и импортного производства, отличающихся друг от друга областью применения, техническими и метрологическими характеристиками, степенью метрологического обеспечения, а также стоимостью.

В ряде случаев метрологические характеристики импортных приборов не подтверждаются при их испытаниях или калибровках, проводимыми организациями метрологических служб, и имеют фактические метрологические характеристики хуже отечественных аналогов. Также следует отметить, что у большинства таких влагомеров, поставляемых в Россию различными посредническими фирмами, как правило, отсутствует метрологическое обеспечение, несмотря на существующую систему добровольной сертификации средств измерений и систему испытаний СИ для целей утверждения типа в законодательно регулируемой сфере применения отечественной и импортной продукции. Такое положение объясняется недостаточной компетенцией или недобросовестностью отдельных разработчиков, изготовителей и посредников, не заинтересованных в доведении до конечного потребителя объективной информации.

Напомним, что большинство строительных материалов во влажном состоянии является проводниками второго рода, то есть неоднородными диэлектриками с ионным характером электропроводности, обусловленным наличием в материале различных минеральных солей и электролитов. Диэлектрическая проницаемость материала не зависит в определенных пределах от концентрации солей и электролитов в воде, в то время как на электропроводность этот фактор оказывает влияние, превалирующее над влиянием влажности. Именно по этой причине кондуктометрический метод измерения влажности, в котором информативным параметром является электропроводность материала, малопригоден в строительной влагометрии [5]. По этой же причине во влагомерах, реализующих в полной мере диэлькометрический метод измерения, в котором информативным параметром является

диэлектрическая проницаемость, влияние электропроводности материала должно быть устранено или сведено к минимуму, например, методом параметрической модуляции [2]. Тем не менее, продолжают появляться как отечественные, так и импортные приборы, называемые диэлькометрическими (в некоторых влагомерах этот термин заменен на "высокочастотный"), в которых влияние электропроводности материала на результаты измерений не устранено, вопреки рекламным декларациям.

Метрологическое обеспечение влагомеров строительных материалов, как и других влагомеров твердых веществ, включает в себя средства поверки рабочих средств измерения влажности, а также нормативные документы (стандарты, аттестованные методики, методические указания), регламентирующие проведение измерений, испытаний и поверки.

В области измерений влажности широкое распространение в качестве средств воспроизведения и передачи размера единицы получили стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов (СО) [6]. Возрастающий интерес к проблеме стандартных образцов наблюдается со стороны международных организаций МОЗМ, ИСО. В настоящее время СО получают все большее распространение, как наиболее эффективные средства метрологического обеспечения в поверочной деятельности. К их достоинствам следует отнести: экспрессность и универсальность, возможность получения нескольких аттестованных значений, равных числу воспроизводимых ими физических величин (компонентов, веществ), простоту и удобство в эксплуатации, возможность проведения поверки СИ или аттестации методик измерений непосредственно на месте эксплуатации. Применение СО незаменимо при поверке и юстировке приборов на предприятиях при серийном выпуске, способ также трудно заменим при поверке автоматических влагомеров, установленных в технологических линиях, что исключает демонтаж прибора и доставку в поверочную лабораторию.

В настоящее время применяются СО, которые можно разделить на образцы натуральных веществ и СО-имитаторы. СО-имитаторы аттестуются по величине измеряемого прибором определенного физического свойства контролируемых материалов, связанного функциональной или корреляционной зависимостью с их влажностью. В частности, для СО-имитаторов влажности, предназначенных для поверки диэлькометрических влагомеров, таким физическим свойством является диэлектрическая проницаемость. Вместе со значением измеряемого физического свойства СО-имитатора влажности в его аттестате указывается значение абсолютной влажности конкретного контролируемого материала, имитируемое СО согласно номинальной градуировочной характеристике влагомера для данного материала.

В качестве примера при организации промышленного производства влагомеров типа ВСКМ-12 для их поверки в условиях выпуска и эксплуатации совместно НИИСФ с УНИИМ были разработаны имитаторы влажности бетона и песка. СО-имитатор влажности бетона представлял собой двухслойный монолитный блок из диэлектрического компаунда с равномерно распределенным проводящим дисперсным наполнителем [7]. По существу в единый блок объединены два образца-имитатора, имеющие разные значения диэлектрической проницаемости. Это облегчает и ускоряет операции поверки прибора. При установке датчика влагомера сначала на одну рабочую поверхность СО, а затем на противоположную в процессе поверки поочередно воспроизводятся два имитируемых значения влажности, приписанные СО для данного вида бетона. СО-имитатор влажности сыпучих материалов, таких как песок, гравий, щебень и т.п., состоит из двух образцов, представляющих собой гранулы на полимерной основе с дисперсным проводящим наполнителем. Применение этих СО обеспечило серийный выпуск влагомеров и их поверку в условиях эксплуатации.

В связи с тем, что СО-имитаторы влажности конкретных материалов, явля-

ясь средствами поверки рабочих СИ, воспроизводят имитируемые значения влажности этих материалов с погрешностью, значительно меньшей основной погрешности измерения поверяемого влагомера (обычно от 1/3 до 1/4), то к ним предъявляют достаточно жесткие требования по длительной стабильности воспроизведения приписанного значения имитируемой влажности и адекватности физических свойств имитатора аналогичным свойствам натурального материала. Высокая стабильность свойств имитатора может быть достигнута соответствующим выбором его состава и технологии изготовления. Что же касается адекватности физических свойств имитатора и натурального материала, то здесь дело обстоит значительно сложней. Как упоминалось ранее, СО-имитаторы влажности для поверки диэлькометрических влагомеров строительных материалов представляют собой конгломерат диэлектрических и проводящих компонент, имеющих для конкретного имитатора постоянное соотношение, определяемое рецептурой состава. В натуральном строительном материале соотношение между диэлектрической проницаемостью и электропроводностью может меняться в широких пределах при одной и той же влажности материала, например, при разной минерализации влаги в материале. Это значит, что достичь адекватности по обеим составляющим комплексной проводимости между имитатором и натуральным строительным материалом практически невозможно.

Радикальным выходом из этого положения является выполнение одного из основных условий, которым должен удовлетворять влагомер строительных материалов, если он действительно, а не декларативно является диэлькометрическим, то есть измеряемым параметром является диэлектрическая проницаемость, а не комплексная проводимость материала. Это условие заключается в подавлении, в первую очередь, влияния электропроводности материала на результаты измерений. При этом не требуется адекватности СО-имитатора влажности и натурального материала по проводимости. Отсюда следует, что устранение влияния электропроводности контролируемого материала на результаты измерений является главным условием не только достижения высоких метрологических характеристик рабочего влагомера, но и адекватности СО-имитатора и натуральных материалов, достаточной для качественного метрологического обеспечения диэлькометрических влагомеров строительных материалов средствами поверки. Этим объясняется сложность разработки и изготовления СО-имитаторов для современных влагомеров.

Стандартные образцы на основе натуральных веществ и СО-имитаторы имеют свои достоинства и недостатки. СО-имитаторы обладают высокой временной стабильностью и могут использоваться в течение многих лет. Однако эти СО "привязаны" к физическому методу и должны иметь физическую величину (диэлектрическую проницаемость, время релаксации и др.), соответствующую измеряемому веществу, и конструкцию, соответствующую типу датчика прибора, для поверки которого он предназначен. СО на основе натуральных веществ обладают высокой универсальностью, их можно использовать для поверки влагомеров, основанных на любом методе и имеющих различную конструкцию первичных преобразователей (датчиков) и способа использования (свободная засыпка, дробление, истирание, и др.).

Поэтому в ФГУП "УНИИМ" разработан ряд стандартных образцов, имеющих однотипную матрицу с измеряемым веществом. В области строительной влагометрии разработаны и широко применяются стандартные образцы влажности пиломатериалов (ГСО 8837–2006) [8], представляющие собой образцы пиломатериалов хвойных и лиственных пород с равномерным распределением влажности по объему образца, подготовленные и аттестованные с применением эталонной установки 1 разряда.

Их достоинством является возможность использования для поверки и градуировки влагомеров, основанных на любом физическом методе и с различными типами

датчиков, а недостатком является малая временная стабильность. Поверка измерителей влажности древесины осуществляется по ГОСТу Р 8.881–2015 ГСИ. Влагомеры древесины и пиломатериалов. Методика поверки.

Создание банка ГСО на основе натуральных образцов строительных материалов громадной номенклатуры с поддержанием постоянного значения влажности каждого образца в течение длительного времени – труднодостижимая и дорогостоящая задача. Поэтому вопрос о разработке СО-имитаторов актуален и злободневен. Применение в строительной влагометрии СО-имитаторов влажности для поверки рабочих СИ, в частности, диэлькометрических, по мнению авторов, гораздо перспективнее использования для этой цели натуральных образцов материалов. Это большая многоплановая задача, решать которую необходимо в рамках государственной целевой научно-технической программы с привлечением ведущих организаций, занимающихся метрологией, стандартизацией, проведением испытаний для целей утверждения типа СИ, а также разработкой и изготовлением рабочих СИ в области влагометрии, в частности, строительной.

Рассматривая проблемы метрологического обеспечения влагомеров в строительной отрасли, следует остановиться еще на одном вопросе. Речь идет о стандартизации диэлькометрического метода измерения влажности. Первый государственный стандарт (ГОСТ 21718–76), который узаконил применение диэлькометрического метода измерения влажности в строительной отрасли, был разработан более тридцати лет назад. Несмотря на ограниченную область применения, его появление стимулировало организацию промышленного выпуска серийных влагомеров строительных материалов и внедрение их в строительную практику. В дальнейшем этот стандарт был пересмотрен (ГОСТ 21718–84. Материалы строительные. Диэлькометрический метод измерения влажности) и действует по настоящее время, однако, учитывая изменения требований к современной стандартизации и появление новых прогрессивных СИ, в соответствии с перспективной программой стандартизации на 2016-2018 гг. предусмотрена переработка этого стандарта с целью приведения его в соответствие с требованиями основополагающих нормативных документов и гармонизации с международными стандартами.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лифанов И.С., Шерстюков Н.Г.* Метрология, средства и методы контроля качества в строительстве. – М.: Стройиздат, 1979.

2. Теория и практика экспрессного контроля влажности твердых материалов /Под ред. Е. С. Кричевского. – М.: Энергия, 1990.

3. *Клюев В.В.* Неразрушающий контроль и диагностика. – М.: Машиностроение, 2003.

4. *Ройфе В.С.* Влагомеры строительных материалов. Метрологические аспекты. // Контрольно-измерительные приборы и системы. – 2003, № 6. С.34...35.

5. *Ройфе В.С., Запорожец А.С.* Метрологическое обеспечение в области влагометрии строительных материалов // Метрология. – 2012, № 11. С. 48...56.

6. *Запорожец А.С. и др.* Государственные стандартные образцы влажности твердых веществ и материалов в поверочной деятельности средств измерений //Стандартные образцы. – 2009, №1. С.42...47.

7. А.с. № 1056019. SU. Стандартный образец влагосодержания твердых материалов /В. И. Коряков и др. // Открытия, изобретения 1983, № 43.

8. *Запорожец А.С. и др.* Стандартные образцы влажности пиломатериалов при контроле качества древесины и пилопродукции // Стандартные образцы. – 2010, № 2. С.10...15.

REFERENCES

1. Lifanov I.S., Sherstjukov N.G. Metrologija, sredstva i metody kontrolja kachestva v stroitel'stve. – M.: Strojizdat, 1979.

2. Teorija i praktika jekspressnogo kontrolja vlazhnosti tverdyh materialov /Pod red. E. S. Krichevskogo. – M.: Jenergija, 1990.

3. Kljuev V.V. Nerazrushajushhij kontrol' i diagnostika. – M.: Mashinostroenie, 2003.

4. Rojfe V.S. Vlagomery stroitel'nyh materialov. Metrologicheskie aspekty. // Kontrol'no-izmeritel'nye pribory i sistemy. – 2003, № 6. S.34...35.

5. Rojfe V.S., Zaporozhec A.S. Metrologicheskoe obespechenie v oblasti vlagometrii stroitel'nyh materialov // Metrologija. – 2012, № 11. S. 48...56.

6. Zaporozhec A.S. i dr. Gosudarstvennye standartnye obrazcy vlazhnosti tverdyh veshhestv i materialov v poverochnoj dejatel'nosti sredstv izmerenij //Standartnye obrazcy. – 2009, №1. S.42...47.

7. A.s. № 1056019. SU. Standartnyj obrazec vlagosoderzhanija tverdyh materialov /V. I. Korjakov i dr. // Otkrytija, izobretenija 1983, № 43.

8. Zaporozhec A.S. i dr. Standartnye obrazcy vlazhnosti pilomaterialov pri kontrole kachestva drevesiny i piloprodukcii // Standartnye obrazcy. – 2010, № 2. S.10...15.

Рекомендована Ученым советом НИИСФ РААСН. Поступила 15.05.16.

УДК 699.842

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СТАТИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

RESEARCH OF SOUND-PROOF PROPERTIES OF MATERIALS AT VARIOUS STATIC LOADINGS

С.Н. ОВСЯННИКОВ, Д.С. СКРИПЧЕНКО
S.N. OVSYANNIKOV, D.S. SKRIPCHENKO

(Томский государственный архитектурно-строительный университет)
(Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: ovssn@tsuab.ru

В статье рассматриваются динамические характеристики звукоизоляционных материалов (динамический модуль упругости, коэффициент потерь) и их зависимость от величины прикладываемой нагрузки. Главной целью исследования является установление данных характеристик под различной статической нагрузкой и анализ полученных данных для возможности их применения в реальных эксплуатационных условиях.

This article explores the dynamic characteristics of sound-proof materials (sonic modulus and coefficient of waste) and their dependence on the applied load. The main objective of the study is to establish these characteristics under various static load and analysis of the data for applicability in real operating conditions.

Ключевые слова: характеристики звукоизоляционных материалов, статическая нагрузка, динамический модуль упругости, коэффициент потерь.

Keywords: properties of sound-proofing materials, static load, sonic modulus, coefficient of waste.

Все звукоизоляционные материалы обладают общими классификационными признаками и различаются по структуре, упругопластическим свойствам, горючести и форме, и призваны препятствовать прохождению звуковой энергии. Основными показателями акустической эффективности звукоизоляционных материалов считают динамический модуль упругости E_d, коэффициент относительного сжатия ξ и коэффициент потерь η. Кроме того, звукоизоляционная способность зависит от массы, жесткости и способа опирания конструкции.

Для расчета и эффективного использования вибро- и звукоизоляционных мате-

риалов необходимо иметь данные об их упругих и диссипативных свойствах, которые по-разному проявляются в статическом и динамическом режимах испытаний. Различают статический и динамический модули упругости звукоизоляционных материалов. Динамический модуль упругости показывает отношение напряжения к деформации на частотах, когда материал не успевает набрать деформации, так как после приложения нагрузки необходимо некоторое время, чтобы величина относительной деформации стабилизировалась. В отличие от конструкционных материалов звукоизоляционные имеют достаточно низкий динамический модуль упругости, который в свою очередь в несколько раз превышает статический. Модуль упругости бетона на 3…4 порядка выше, чем у звукоизоляционных материалов, в зависимости от нагрузки, что и позволяет получить звукоизоляционный эффект.

Эффективность звукоизоляционных материалов определяется в основном динамическим модулем упругости материала, из которого он изготовлен, а также его толщиной и плотностью. Поскольку большинство звукоизоляционных прокладочных материалов не являются идеально упругими телами, то при периодическом воздействии на прокладку внешней силы ее деформация не успевает развиться за период воздействия силы, и модуль упругости становится комплексной величиной. Действительную часть модуля называют динамическим модулем упругости. Мнимую же часть модуля упругости называют модулем потерь энергии. Она характеризует ту часть энергии, которая необратимо рассеивается за период деформации. Эффективность звукоизоляции упругого прокладочного слоя зависит не только от величины модуля упругости, но и от толщины наружного слоя в обжатом состоянии. Поэтому при выборе звукоизоляционного материала важно обращать внимание и на значение коэффициентов относительного сжатия материала как звукоизоляционного слоя под нагрузкой. В расчетах ожидаемого улучшения изоляции ударного шума применяют значения толщины звукоизоляционного слоя в обжатом состоянии [1].

Стандартная методика и устройство для определения динамического модуля упругости и коэффициента потерь описана в ГОСТе 16297–80. Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие. Методы испытаний. Принцип измерений основан на формировании колебательной системы с одной степенью свободы, для которой по частоте собственных колебаний определяется продольная жесткость образца исследуемого материала. Особенностью метода является то, что для исключения влияния источника вынужденных колебаний, должна быть обеспечена постоянная амплитуда виброускорения его столика. При аналоговой реализации измерительного стенда использовали специальные звуковые генераторы с обратной связью (типа ГЗ-104). В настоящее время используется цифровое оборудование, позволяющее поддерживать постоянную амплитуду виброускорения столика электродинамического возбудителя колебаний.

В лаборатории строительной физики ТГАСУ собран испытательный стенд, включающий в себя электродинамический вибратор LDS типа V406 с двумя акселерометрами типа 4533-B, усилитель мощности PA100E и программным обеспечением для управления синусоидальным сигналом, поиском и удержанием на резонансе. Стенд для определения динамических характеристик материалов имеет столик, приводимый в движение вибровозбудителем, и два измерительных тракта, один из которых соединен с акселерометром, закрепленном на пригрузе массой M, а другой – с акселерометром, закрепленном на столике вибровозбудителя.

Динамические характеристики звукоизоляционных материалов зависят от прикладываемой статической нагрузки. Стандартная схема измерений по ГОСТу 16297–80 эту задачу не решает, поскольку здесь нагрузка зависит от массы пригруза, увеличение же массы пригруза увеличивает и динамическое воздействие на исследуемый материал. Для проведения измерений при различных статических нагрузках с использованием одного пригруза разработана схема установки с использованием

прессового оборудования. Конструктивная и рабочая схемы данного стенда при малых и больших статических нагрузках представлены на рис. 1 (принципиальная схема стенда для определения динамического модуля упругости и коэффициента потерь при малых статических нагрузках: 1 – вибростенд, 2 – столик, 3 – образец, 4 – груз, 5 – акселерометр, 6 –усилитель мощности, 7 – система сбора и анализа данных) и рис. 2 (принципиальная схема работы стенда для определения динамического модуля упругости и коэффициента потерь при больших статических нагрузках: 1 – рабочая поверхность прессового оборудования; 2 – обойма вибростенда; 3 – вибростенд; 4 – упругие опорные вставки; 5 – образцы исследуемого материала; 6 – поверхность прессового оборудования).

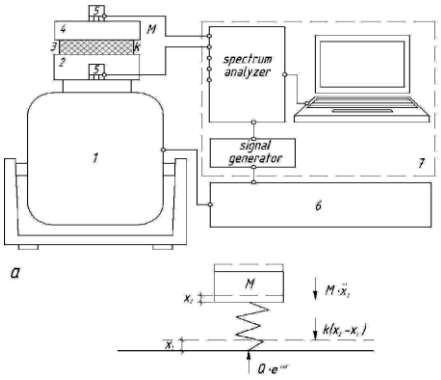


Рис. 1

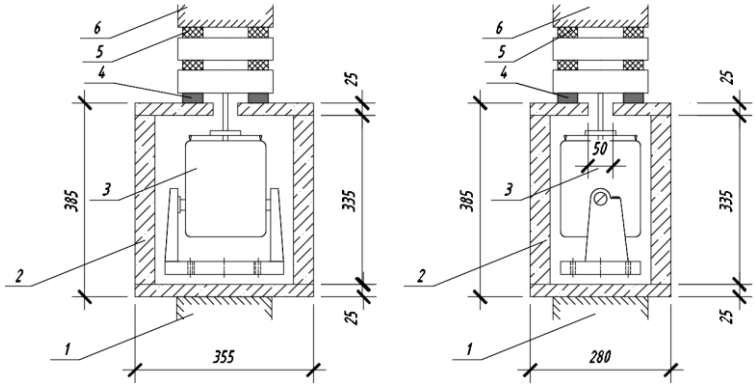


Рис. 2

При малых статических нагрузках уравнение гармонических сил, действующих на пригруз, имеет вид (рис.1) [1]:

$$M\ddot{x}_2+k(x_2-x_1)=0,$$

где $\ddot{x}_2$ – амплитуда виброускорения пригруза, м/с^2; x_2 – амплитуда смещения пригруза, м; x_1 – амплитуда смещения платформы ЭДВ, м; M – масса пригруза, Н·с^2/м; $k=k_o(1+j\eta)$ – продольная комплексная жесткость образцов, Н/м.

Из решения уравнения (3.6) находится динамическая жесткость образцов без учета потерь:

$$k_o=M\omega^2$$

и с учетом потерь:

$$k_o=\frac{M\omega^2}{\sqrt{1+\eta^2}},$$

а также коэффициент потерь:

$$\eta=\left[\left(\frac{\ddot{x}_2}{\ddot{x}_1}\right)^2-1\right]^{-\frac{1}{2}},$$

где $\ddot{x}_2$ и $\ddot{x}_1$ – амплитуды виброускорения пригруза M и платформы ЭДВ на частоте резонанса, м/с^2; $\omega=2\pi f$ – циклическая частота, с$^{-1}$; f – резонансная частота, Гц.

Уравнение для расчета динамического модуля упругости:

$$E_д=\frac{4\pi f^2 Mh}{F},$$

где h – высота образцов под нагрузкой, м; F – площадь сечения одновременно испытываемых образцов, м^2.

При больших статических нагрузках уравнение амплитуд гармонических сил, действующих на пригруз, имеет вид (рис. 2) [3]:

$$M\ddot{x}_2+kx_2+k(x_2-x_1)=0,$$

где $\ddot{x}$ – амплитуда виброускорения пригруза, м/с^2; x_2 – амплитуда смещения пригруза, м; x_1 – амплитуда смещения платформы ЭДМ, м; M – масса груза, Н·с^2/м.

Решая уравнение, определяем динамическую жесткость без учета потерь:

$$k_0 = \frac{M\omega^2}{2}$$

и с учетом потерь:

$$|k_0| = \frac{M\omega^2}{2\sqrt{1+\eta^2}},$$

а также коэффициент потерь:

$$\eta = \left[4\left(\frac{\ddot{x}_2}{\ddot{x}_1}\right) - 1\right]^{-\frac{1}{2}}.$$

Динамический модуль упругости материала образцов определяется по формуле:

$$E_д = \frac{2\pi^2 f^2 Mh}{F},$$

где $\pi = 3{,}1415\ldots$; f – резонансная частота, Гц; h – высота образца под нагрузкой, м; F – площадь образца, м^2.

Разница в выражениях, полученных при различных статических нагрузках, заключается в том, что в случае с большими нагрузками число образцов для испытания превышает в два раза число образцов, предусмотренное стандартом [3].

В данной работе были исследованы образцы звукоизоляционных материалов, изготовленных на основе полиуретана производства Бельгийской компании "CDM". Резонансная частота для испытанных образцов установлена в диапазоне 20...200 Гц. Результаты испытаний приведены в табл. 1 (материалы компании "CDM") и на рис. 3 (образцы материала CDM-91) и 4 (образцы материала CDM-71). На основе анализа результатов испытаний сделан вывод о том, что при статической нагрузке на прокладки, равной $\sigma = 0{,}005МПа$, динамический модуль упругости для всех исследуемых материалов, кроме CDM-91, имеет отклонение от заявленного производителем, так как только для данного материала значение динамического модуля упругости входит в указанный производителем предел.

Таблица 1

Наименование материала	Размеры образцов			Площадь сечения S, м^2	Масса пригруза M, кг	Резонансная чистота f, Гц	Заявленный динамический модуль упругости $E_д$, Н/м^2	Измеренный динамический модуль упругости $E_д$, Н/м^2	Коэффициент потерь η
	h, м	a, м	b, м						
CDM-91	0,012	0,025	0,05	0,00125	0,7	31,0898	$0{,}08\cdot10^{-6}...0{,}26\cdot10^{-6}$	$0{,}256\cdot10^{-6}$	0,218
CDM-92	0,012	0,025	0,05	0,00125	0,7	54,6977	$0{,}22\cdot10^{-6}...0{,}66\cdot10^{-6}$	$0{,}794\cdot10^{-6}$	0,222
CDM-93	0,012	0,025	0,05	0,00125	0,7	65,1949	$0{,}43\cdot10^{-6}...1{,}10\cdot10^{-6}$	$1{,}128\cdot10^{-6}$	0,242
CDM-94	0,012	0,025	0,05	0,00125	0,7	65,1949	$1{,}15\cdot10^{-6}...2{,}20\cdot10^{-6}$	$1{,}128\cdot10^{-6}$	0,399
CDM-95	0,012	0,025	0,05	0,00125	0,7	89,7465	$2{,}40\cdot10^{-6}...3{,}90\cdot10^{-6}$	$2{,}137\cdot10^{-6}$	0,288
CDM-96	0,012	0,025	0,05	0,00125	0,7	100,6629	$4{,}20\cdot10^{-6}...6{,}00\cdot10^{-6}$	$4{,}552\cdot10^{-6}$	0,322
CDM-97	0,012	0,025	0,05	0,00125	0,7	127,4988	$9{,}25\cdot10^{-6}...10{,}5\cdot10^{-6}$	$4{,}312\cdot10^{-6}$	0,381
CDM-98	0,012	0,025	0,05	0,00125	0,7	121,8867	$22{,}20\cdot10^{-6}...32{,}50\cdot10^{-6}$	$3{,}941\cdot10^{-6}$	0,388
CDM-99	0,012	0,025	0,05	0,00125	0,7	130,9894	$14{,}40\cdot10^{-6}...50{,}00\cdot10^{-6}$	$4{,}552\cdot10^{-6}$	0,293
CDM-01	0,005	0,045	0,045	0,002025	0,7	85,6032	$1{,}00\cdot10^{-6}...2{,}40\cdot10^{-6}$	$0{,}499\cdot10^{-6}$	0,248
CDM-30	0,005	0,045	0,045	0,002025	0,7	133,0695	$1{,}50\cdot10^{-6}...5{,}00\cdot10^{-6}$	$1{,}208\cdot10^{-6}$	0,292
CDM-33	0,005	0,045	0,045	0,002025	0,7	171,5312	$3{,}50\cdot10^{-6}...14{,}00\cdot10^{-6}$	$2{,}008\cdot10^{-6}$	0,452
CDM-63	0,005	0,045	0,045	0,002025	0,7	240,9485	$6{,}10\cdot10^{-6}...30{,}00\cdot10^{-6}$	$3{,}961\cdot10^{-6}$	0,503
CDM-71	0,005	0,045	0,045	0,002025	0,7	212,4539	$27{,}00\cdot10^{-6}...100{,}0\cdot10^{-6}$	$3{,}080\cdot10^{-6}$	0,430

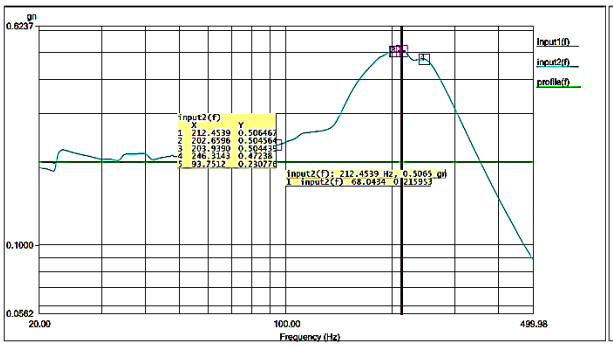


Рис. 3

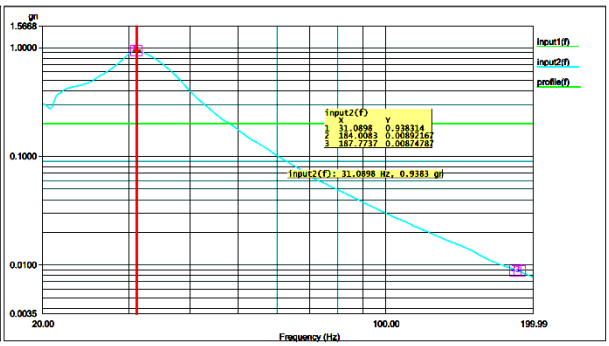


Рис. 4

В настоящее время многие компании-производители позиционируют и реализуют свои материалы как "решения для звукоизоляции", однако в большинстве случаев не известны динамические характеристики этих материалов при различных нагрузках. Поэтому сейчас остро стоит вопрос о получении достоверных характеристик звукоизоляционных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Росин Г.С.* Измерение динамических свойств акустических материалов. – М.: Стройиздат, 1972.

2. *Exner M.L.* Untersuchung des Akustischen Verhaltenskorniger Substanzenbei Anregungzu Schubschwingungen / M.L. Exner, W. Guth, F. Immer // Acustica. – 1954. P. 350...358.

3. *Овсянников С.Н.* Распространение звуковой вибрации в гражданских зданиях. – Томск: Изд-во ТГАСУ, 2000.

4. *Росин Г.С.* Установка для измерений динамических характеристик упругих материалов резонансным методом. Заводск. лаборатория. – 1960, 26, 10, 1180…1181.

REFERENCES

1. Rosin G.S. Izmerenie dinamicheskih svojstv akusticheskih materialov. – M.: Strojizdat, 1972.

2. Exner M.L. Untersuchung des Akustischen Verhaltenskorniger Substanzenbei Anregungzu Schubschwingungen / M.L. Exner, W. Guth, F. Immer // Acustica. – 1954. R. 350...358.

3. Ovsjannikov S.N. Rasprostranenie zvukovoj vibracii v grazhdanskih zdanijah. – Tomsk: Izd-vo TGASU, 2000.

4. Rosin G.S. Ustanovka dlja izmerenij dinamicheskih harakteristik uprugih materialov rezonansnym metodom. Zavodsk. laboratorija. – 1960, 26, 10, 1180…1181.

Рекомендована Ученым советом НИИСФ РААСН. Поступила 15.05.16.

УДК 678 + 519. 2

К ВЫБОРУ ИНФОРМАТИВНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ТОНИНЫ ВОЛОКОН ШЕРСТИ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

TO THE CHOICE OF THE INFORMATIVE INDICATOR OF ACCURACY OF MEASUREMENT OF FINENESS OF WOOL FIBRES BY MEANS OF ELECTRONIC MICROSCOPY

Т.К. КУЛАЖАНОВ, С.В. ВЯЗИГИН, В.З. КРУЧЕНЕЦКИЙ, М.Б. ОТЫНШИЕВ
T.K. KULAZHANOV, S.V. VYAZIGIN, V.Z. KRUCHENETSKY, M.B. OTYNSHIEV

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)
E-mail: wismas @ mail.ru, kruchen_37@ mail.ru, asutormo@mail.ru

В статье изложены вопросы выбора и обоснования информативного критерия при определении тонины волокон шерсти с использованием электронного микроскопа и компьютерных средств обработки результатов измерений.

The problems of selection and validation of the information criterion for determining the fineness of wool fibers using electron microscopy and computer-assisted processing of measurement results.

Ключевые слова: тонина, волокна, шерсть, точность, измерение, электронный микроскоп, статистика, числовые характеристики.

Keywords: fineness, fibers, wool, accuracy, measurement, electron microscopy, statistics, numerical characteristics.

Как известно, тонина волокон шерсти является основным параметром, положенным в основу государственного стандарта классификации шерсти и формирования ее производственно-продажных партий; она определяет качество продукции в текстильной промышленности, закупочную цену шерсти и экономические показатели функционирования овцеводческих хозяйств. Тонина является к тому же главным свойством шерсти, определяющим ее технологическую ценность и важнейшим признаком в селекции овец, при улучшении качества шерсти [1], [2].

Измерение тонины волокон шерсти связано с большими проблемами, поскольку из-за малости ее размера (единицы – до сотен микрон) механические методы оказываются непригодными, а использование органолептических, оптических, пневматических и других методов сопряжено с большими трудностями, так как волокна расположены в группах, хаотически переплетаясь и накладываясь друг на друга, характеризуются пространственной нерегулярностью. Проблема определения тонины осложняется еще и тем обстоятельством, что ее значение по длине волокон по природе непостоянно, а сами волокна могут иметь некруглое сечение. Отличительной особенностью овечьей шерсти является наличие в одном руно различных типов волокон – пуховых, переходных, остовых [1], [3].

Перечисленные основные особенности волокон шерсти, а также различные факторы предъявляют к инструментальным методам и приборам определения тонины шерсти особые требования. Поэтому для измерения тонины в группе хаотически расположенных экземпляров волокон необходимо измерять ее на отдельных волокнах, причем на участках по их длине, выделенных из группы, свободных от пересечений, наложений и от других артефактов и помех. Также очевидно, что тонина должна определяться из статистической совокупности таких факторов, как *средняя величина*, с необходимой доверительной вероятностью, определяющей погрешность, не превышающую величину, установленную стандартами. Целесообразна наглядная информация всех основных числовых характеристик определения тонины с использованием средств математической статистики, современных аппаратно-программных средств.

Тонину шерсти наиболее часто определяют с помощью проекционных микроскопов (ланометров), обычных оптических микроскопов, оснащенных окуляр- или объектив-микрометрами, электронных микроскопов (ЭМ), а также на приборах Air- Flow, ОГДА и Laserscan [1], [3], [6]. Как и в случае использования светового микроскопа, для измерения тонины волокон шерсти с помощью ЭМ необходимо предварительно получить изображение исследуемой группы шерсти. Встроенная

Web-камера в ЭМ позволяет получить изображение бинаризированное, то есть пригодное для последующей компьютерной обработки. Разработанный авторами прибор на базе ЭМ выполнен в виде законченной конструкции, соединен с компьютером, на который передается информация для определения тонины волокон, обработки изображения и анализа полученных результатов каждой порции из общего изображения исследуемого образца в пределах зоны, ограниченной активным локальным участком просмотра ЭМ. Сканирование зон в пределах всего пространства изображения исследуемого образца происходит автоматически с возможностью задания шага и соответственно числа зон измерений тонины, исходя из заданной доверительной вероятности. Число измерений группы в одном образце может неограниченно варьироваться и задаваться, например, 2000. Результаты определения тонины дифференцированно, по каждой зоне и в целом по каждому образцу, для наглядности визуализируются на экране компьютера, иллюстрируются кривой распределения, числовыми характеристиками. Что касается последних, для того чтобы их оптимизировать в условиях многочисленных факторов, влияющих на измерения, необходимо обосновать выбор информативного критерия, обеспечивающего статистически значимую минимальную величину погрешности измерений и определения функциональной зависимости этого критерия от других значимых факторов, то есть определиться с основными числовыми характеристиками. Ими являются: среднее значение, вариация и форма распределения.

В абсолютном большинстве данные измерений тонины концентрируются вокруг среднего значения. Для его оценки обычно используются: *среднее арифметическое, медиана и мода*. Первая из них, наиболее распространенная, является результатом деления суммы всех наблюдений числовых величин на их количество. Но поскольку она зависит от всех элементов выборки, то наличие экстремальных значений достаточно сильно влияет на результат. В этом случае среднее арифметическое может исказить смысл числовых данных. Следовательно, описывая набор данных, содержащий экстремальные значения, целесообразно указывать медиану, или и ее, и среднее арифметическое. Наглядной характеристикой является также мода. Это число, которое чаще других встречается в выборке, но используется обычно только для иллюстрации, поскольку значительно зависит от конкретной выборки [4], [5].

При описании свойств больших числовых выборок, а также оценки распределения данных удобно использовать квартили или квантили. Поскольку измеряемые данные тонины обычно следуют в произвольном порядке, их следует рандомизировать (упорядочить по возрастанию). В то время как медиана разделяет упорядоченный массив пополам, квартили разбивают набор данных на четыре части, квантили – на N частей (обычно четное число). В некоторых случаях можно вместо среднего арифметического использовать среднее геометрическое значение (корень n-й степени из произведения n величин). Этот показатель позволяет точнее оценить степень изменения переменной с течением времени. Колебания выборочного среднего вокруг математического ожидания меньше, чем колебания исходных данных. Этот факт непосредственно следует из закона больших чисел. При увеличении объема выборки влияние экстремальных значений ослабевает [5].

Второе важное свойство числовых данных – их *вариация*, характеризующая степень дисперсии данных. Возможно использование пяти оценок вариации данных*: размах, межквартильный размах, дисперсия, стандартное отклонение и коэффициент вариации.* Напомним, что размах – это разность между наибольшим и наименьшим элементами выборки. Межквартильный размах является средним; это разность между третьим и первым квартилями выборки; позволяет оценить разброс 50% элементов и не учитывать влияние экстремальных элементов.

Следует заметить, что, хотя размах и межквартильный размах позволяют оценить соответственно общий и средний разброс выборки, ни одна из этих оценок не учитывает, как именно распределены данные. Дисперсия и стандартное отклонение лишены этого недостатка и позволяют оценить степень колебания данных вокруг среднего значения. Выборочная дисперсия является приближением среднего арифметического, вычисленного на основе квадратов разностей между каждым элементом выборки и выборочным средним. Стандартное выборочное отклонение равно квадратному корню из выборочной дисперсии, то есть оно является естественной оценкой дисперсии. Зная среднее арифметическое выборки и стандартное выборочное отклонение, можно определить интервал, которому принадлежит основная масса данных по тонине. Таким образом, описанные численные значения позволяют контролировать характеристики изменчивости данных по тонине в процессе ее определения. Чем больший разброс имеют данные, тем больше их размах, дисперсия и стандартное отклонение; чем концентрированней или однородней данные, тем меньше эти показатели. Если все элементы выборки равны между собой, то есть размах отсутствует, то дисперсия и стандартное отклонение равны нулю. Естественно, что ни одна из этих оценок изменчивости не может быть отрицательной. В отличие от предыдущих абсолютных оценок разброса *коэффициент вариации* является относительной оценкой. Он равен стандартному отклонению, деленному на среднее арифметическое, в процентах.

Третье важное свойство выборки, которое желательно для наглядности учитывать при определении тонины, – *форма ее распределения*. Как следует из построения кривых и анализа при оценке тонины, ее распределение имеет типичную кривую Гаусса, то есть нормальный закон распределения. Это следует не только из визуальной, но и аналитической оценки всех основных параметров кривой, выполненной подобно изложенному подходу в [4]. Заметим, что все указанные выше числовые характеристики программно вычисляются по всей выборке, то есть по всей генеральной совокупности данных измерений. Они являются описательными статистиками и, следовательно, обоснованным инструментом для оценки точности и погрешности определения тонины. Действительно, основная доля наблюдений концентрируется вокруг медианы, образуя кластер. У симметричных данных математическое ожидание и медиана совпадают, а наблюдения концентрируются вокруг математического ожидания. Это означает, что для оценки изменчивости можно применять эмпирическое правило, которое гласит: "…если данные имеют колоколообразное распределение, то приблизительно 68% наблюдений отстоят от математического ожидания не более чем на одно стандартное отклонение; приблизительно 95% отстоят не более чем на два и 99% – не более чем на три стандартных отклонения…" [5]. Таким образом, стандартное отклонение дает основание считать, как распределены значения тонины и как идентифицируются ее выбросы. Поэтому *принятая нами доверительная вероятность* определения тонины, составляет *не менее 0,95,* что соответствует стандартам.

Отметим еще один важный показатель – *стандартная ошибка среднего,* которая определяет диапазон изменения выборки и равна стандартному отклонению генеральной совокупности δ, деленной на квадратный корень из объема выборки n: $\delta_{сто} = \delta\sqrt{n}$.

Из этого выражения легко видеть влияние объема выборки на стандартное отклонение выборки среднего. Так, четырехкратное увеличение объема выборки приводит к уменьшению последнего вдвое. Из этого же выражения нетрудно определить влияние объема выборки на концентрацию средних значений и выборочных распределений и интервалы, содержащие заданную часть (95%) выборочных средних тонины. Обосно-

вание необходимого объема выборки (числа измерений) нетрудно выполнить, воспользовавшись центральной предельной теоремой.

На рис. 1…4 приводятся полученные при измерении тонины волокон шерсти некоторые основные числовые характеристики. В частности, представлены зависимости измерения: на рис.1 – средних значений тонины, рис. 2 – стандартного отклонения, рис. 3 – коэффициента вариации значений тонины, рис. 4 – статистической ошибки измерения значений тонины шерсти.

Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

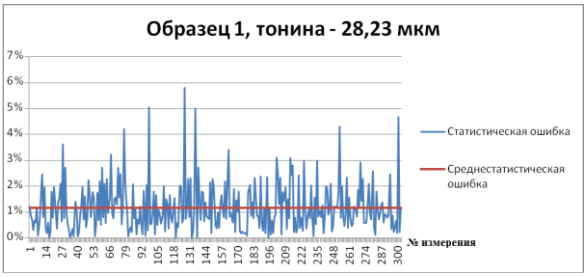


Рис. 4

ВЫВОДЫ

Основные числовые характеристики (среднее значение, разброс и форма распределения) позволяют достаточно полно описать, наблюдать и анализировать свойства данных по тонине в процессе ее определения. Более глубокие исследования и их наглядность позволяют получить применение пяти рассмотренных выше базовых показателей для оценки симметричности распределения и иллюстрировать это диаграммой площадей [4], [5]. Рассмотренные числовые характеристики являются описательными статистиками и, следовательно, обоснованным инструментом для оценки точности и погрешности определения тонины.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Разумеев К.Э.* Сырье для предприятий шерстяной отрасли промышленности. – МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2003.

2. ГОСТ 30702–2000. Шерсть. Торговая сельскохозяйственно-промышленная классификация. – М.: Изд-во стандартов, 2001.

3. *Разгонов Н.Т.* Методы и проблемы измерения тонины в отечественной практике // Мат. Междунар. научн.-практ. конф.: Современные достижения биотехнологии воспроизводства – основа повышения продуктивности сельскохозяйственных животных: СНИИЖК. Т.III. – Ставрополь, 2009. С.91…99.

4. *Крученецкий В.З., Калабина А.А., Крученецкий В.В.* К оценке времени загрузки Web-сайта дистанционного обучения // Вестник АТУ. – Алматы. Вып. 3. 2014. С.53…60.

5. *Левин М.Д., Стефан Д., Кребиль Т.С., Беренгсон М.Л.* Статистика для менеджеров с использованием Microsoft Excel. – 4-е ид. / пер с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2004.

6. *Белик Н.И.* Использование метода OFDA в измерении тонины шерсти // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2010, № 3. С. 39…41.

REFERENCES

1. Razumeev K.Je. Syr'e dlja predprijatij sherstjanoj otrasli promyshlennosti. – MGTU im. A.N.Kosygina, 2003.

2. GOST 30702–2000. Sherst'. Torgovaja sel'skohozjajstvenno-promyshlennaja klassifikacija. – M.: Izd-vo standartov, 2001.

3. Razgonov N.T. Metody i problemy izmerenija toniny v otechestvennoj praktike // Mat. Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.: Sovremennye dostizhenija biotehnologii vosproizvodstva – osnova povyshenija produktivnosti sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh: SNIIZhK. T.III. – Stavropol', 2009. S.91…99.

4. Kruchencckij V.Z., Kalabina A.A., Kruchencckij V.V. K ocenke vremeni zagruzki Web-sajta distancionnogo obuchenija // Vestnik ATU. – Almaty. Vyp. 3. 2014. S.53…60.

5. Levin M.D., Stefan D., Krebil' T.S., Berengson M.L. Statistika dlja menedzherov s ispol'zovaniem Microsoft Excel. – 4-e id. / per s angl. – M.: Izdatel'skij dom "Vil'jams", 2004.

6. Belik N.I. Ispol'zovanie metoda OFDA v izmerenii toniny shersti // Ovcy, kozy, sherstjanoe delo. – 2010, № 3. S. 39…41.

Рекомендована кафедрой информационных технологий. Поступила 03.02.16.

УДК 687:175; 677.017.2/.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ СПЕЦОДЕЖДЫ ДЛЯ ОПЕРАТОРОВ ПО НЕФТЕДОБЫЧЕ

STUDY OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF THE COVERALL'S MATERIALS FOR OPERATORS OF OIL PRODUCTION

Г.А.ГАНИЕВА, Б.Р.РЫСКУЛОВА
G.A.GANIYEVA, B.R.RYSKULOVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)
(Almaty Technological University, Rebublic of Kazakhstan)
E-mail: gaziza.ganiyeva@gmail.com

Статья посвящена исследованию физико-механических свойств материалов спецодежды для операторов по добыче нефти. Получены достоверные и адекватные уравнения регрессии контролируемых параметров, которые достаточно полно характеризуют исследуемые физико-механические свойства материалов спецодежды.

The article focuses on study of physical and mechanical properties of the coverall's materials for operators of oil production. The adequate and authentic results of the regression equation of the controlled parameters obtained during the study do characterize the physical and mechanical properties of the materials of coveralls completely enough.

Ключевые слова: физико-механические свойства, текстильные материалы, спецодежда для операторов.

Keywords: physical and mechanical properties, textile materials, coveralls for operators.

Основные этапы проектирования спецодежды характеризуются достоверностью применяемых методов исследования [1]. Оценка физико-механических свойств материалов спецодежды является одним из эффективных способов, поскольку позволяет экономить время, использовать современные методики и приборы, не требующие дорогостоящих затрат, связанных с проведением экспериментов в производственных условиях. Нами проведены испытания физико-механических свойств материалов спецодежды операторов по добыче нефти.

Текстильные материалы в производственных условиях разрушаются прежде всего от комплекса одновременно и последовательно воздействующих на них производственных факторов, а также под действием нагрузок, которые вызывают деформацию, изменяют размеры и форму спецодежды [2…4].

Объектами исследования служили ткани различного волокнистого состава и структуры:

– арт. 81421 (полиэфир 65%, хлопок 35%);

– арт. 18422 а/Х-М (хлопок 80%, полиэфир 20% + антистатическая нить);

– арт.18422 Х (хлопок 80%, полиэфир 20%);

– арт. 605405 а-М (100% арамид + антистатическая нить);

– арт. 18452 (хлопок 60%, полиэфир 40%).

Оценку свойств материалов спецодежды определяли по стандартным методикам: ГОСТ 3813. Метод определения разрывных характеристик, ГОСТ 12088. Метод определения воздухопроницаемости, ГОСТ 18976. Метод определения стойкости к истиранию, ГОСТ 3816. Метод определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств. Нефтепроницаемость определяли на разработанном авторами устройстве (Инновационный патент №30275) [5]. Обработку данных и расчеты проводили с использованием статистических пакетов программ STATISTICA [6], [7].

В случаях, когда вид зависимости отклика от исследуемых параметров неизвестен, уравнение регрессии представляют в виде полинома второй степени. При этом имеется m показателей, выступающих в роли критериев оптимальности, то есть Y_1, Y_2, …, Y_m и n факторов, влияющих на эти показатели – x_{m+1}, x_{m+2},…, x_n. В нашем случае: X_1 – разрывная нагрузка по основе, X_2 – разрывная нагрузка по утку, X_3 – разрывное удлинение по основе, X_4 – разрывное удлинение по утку, X_5 – воздухопроницаемость, X_6 – истирание, X_7 – гигроскопичность, X_8 – нефтепроницаемость. Оценка изменений свойств материалов (n=8) проведена для каждого материала в зависимости от количества стирок (m=20) по схеме, показанной в табл. 1. Форма связи результативных показателей с факторами предполагается нелинейной.

Таблица 1

№ п/п	Факторы, n (в зависимости от стирок, m)	Схема
1	Разрывная нагрузка по основе	$X_1 \ldots, X_m$
2	Разрывная нагрузка по утку	$X_2 \ldots, X_m$
3	Разрывное удлинение по основе	$X_3 \ldots, X_m$
4	Разрывное удлинение по утку	$X_4 \ldots, X_m$
5	Воздухопроницаемость	$X_5 \ldots, X_m$
6	Истирание	$X_6 \ldots, X_m$
7	Гигроскопичность	$X_7 \ldots, X_m$
8	Нефтепроницаемость	$X_8 \ldots, X_m$
где n=8; m=20		

Выбор оптимального набора составляющих модели осуществлен методами шаговой регрессии. Наиболее распространенными и эффективными являются методы Forward, Backward и Stepwise.

В методе Forward процедура стартует с модели регрессии, не включающей ни одной независимой переменной. На начальном этапе из полного набора аргументов выбирается переменная с наибольшим частным коэффициентом корреляции. В результате переменные, которые имеют наибольшие коэффициенты частной корреляции с зависимой переменной, пошагово увязываются в конечное регрессионное уравнение.

Метод Backward позволяет поочередно исключать переменные из модели. Процедура стартует с модели регрессии, содержащей все независимые переменные. Для исключения незначимых аргументов используется частный критерий F-Remove.

Пошаговый метод Stepwise состоит в последовательном включении и (или) исключении переменной в регрессию. Метод Stepwise устроен так же, как и прямой метод Forward, однако после каждого шага переменные, используемые в данный момент, исследуются по обратному методу Backward.

В результате пошаговой процедуры с указанными выше параметрами получены следующие уравнения регрессии:

арт. 81421 $У = 1324{,}4103-38{,}513X_3+1{,}8554X_5+0{,}3762X_3^2-0{,}5966X_3X_5+0{,}9526X_5^2$, (1)

арт. 18422 а/Х $У = -82{,}4149-243{,}5481X_8+0{,}0787X_6-83{,}7852X_8^2+0{,}0789X_8X_6-0{,}006\ X_6^2$, (2)

арт. 18452 $У = -1765{,}0431+92{,}0689X_3+44{,}9026X_5-1{,}1241x_3^2-1{,}2318X_3X_5-0{,}2543X_5^2$, (3)

арт. 605405 $У = -259{,}0103+0{,}1029X_6+2{,}3509X_8-0{,}005+0{,}0043\ X_6X_8-41{,}8825X_8^{\ 2}$, (4)

арт. 18422х $У = -531{,}3941+0{,}8025X_3+30{,}7659X_2+0{,}0413X_3^2-0{,}096X_3X_2-0{,}3739X_2^2$. (5)

Результаты обработки, проверка адекватности и достоверности моделей регрессии для обоснования параметров материалов спецодежды для операторов по физико-механическим свойствам тканей исследуемых артикулов представлены в табл. 2.

Таблица 2

№	Ткань, артикул	Статистические показатели качества и критерии адекватности				
		множественная корреляция R	коэффициент детерминации R^2	нормированный R-квадрат	стандартная ошибка	значимость F
1	81421	0,981	0,962	0,956	0,386	146,84
2	18422 а/Х-М	0,972	0,945	0,938	0,392	146,77
3	18452	0,985	0,972	0,964	0,278	130,99
4	605405	0,965	0,931	0,918	0,291	72,657
5	18422х	0,877	0,770	0,743	0,538	28,591

Значения статистических критериев (табл. 2) свидетельствуют о том, что полученные уравнения регрессии с 95%-ной доверительной вероятностью достоверно и адекватно описывают влияние исследуемых параметров материалов.

Достаточно высокие значения коэффициента множественной корреляции (R=0,985…0,965) свидетельствуют об очень тесной взаимосвязи результирующих показателей и включенных в исследование регулируемых параметров материалов спецодежды для операторов. Коэффициент детерминации (R_2=0,972…0,931) характеризует вариации соответствующего отклика в экспериментальных данных.

На рис. 1 и 2 показаны поверхности откликов и линии равных уровней показателей свойств материалов в зависимости от различных сочетаний исследуемых физико-механических свойств материалов спецодежды.

На рис. 1 – разрывное удлинение по утку, истирание и нефтепроницаемость, ткань арт. 18422 а Х-М, а на рис. 2 – разрывная нагрузка по утку, истирание и нефтепроницаемость, ткань арт. 18422 а Х-М.

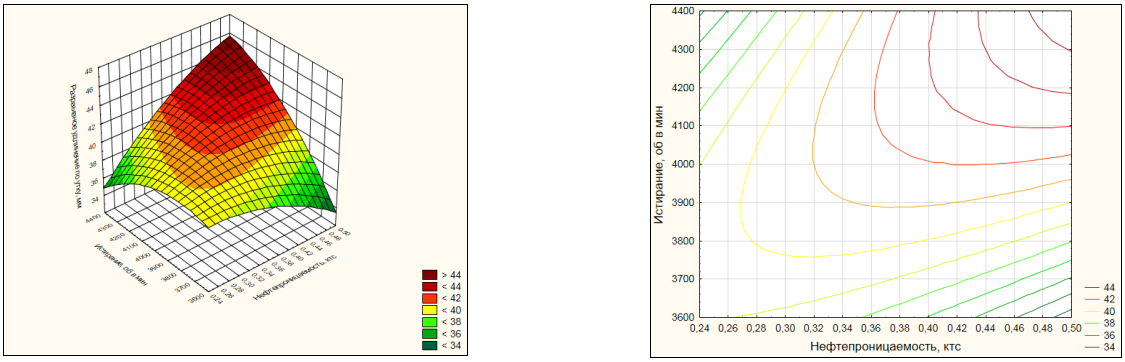


Рис. 1

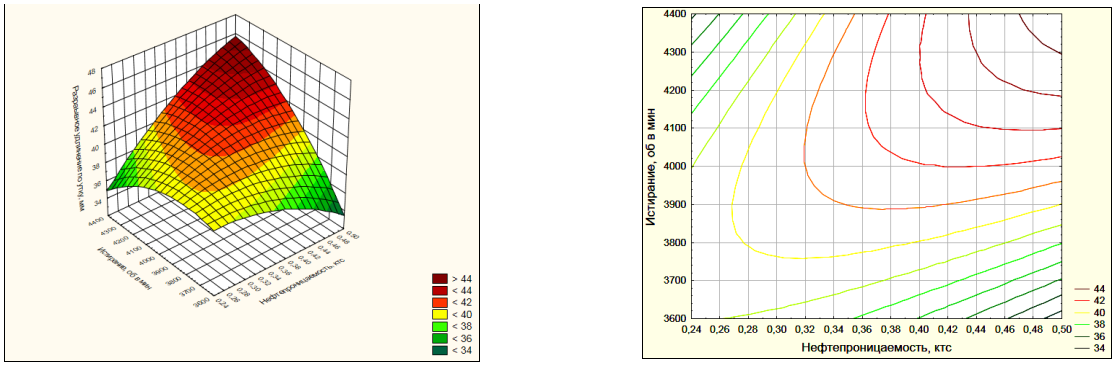


Рис. 2

Значения критерия Фишера F, равные 146,84 и 28,591 соответственно для параметров физико-механических свойств материалов спецодежды, и рассчитанные уровни значимости p<0,001 свидетельствуют о достаточно высокой аппроксимации полученных уравнений (1)...(5).

ВЫВОДЫ

1. Получены достоверные и адекватные уравнения регрессии контролируемых параметров, которые достаточно полно характеризуют исследуемые физико-механические свойства материалов.

2. Найдены поверхности откликов и линии равных уровней показателей физико-механических свойств материалов, зависящие от различных сочетаний исследуемых параметров.

3. На основании проведенных исследований физико-механических свойств материалов в сочетании со стиркой выявлено, что ткань 18422 а/Х-М обладает высокими защитными свойствами, то есть является более рациональной.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Романов В.Е.* Системный подход к проектированию специальной одежды. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.

2. Study of the Tensile Properties of Materials Destined to Manufacture Protective Clothing for Firemen By: Hristian, Liliana; Bordeianu, Demetra Lacramioara; Iurea, Pavel; et al. Materiale Plastice, Volume: 51 Issue: 4 Pages: 405-409 Published: DEC 2014.

3. *Рыскулова Б.Р., Жумадилова А.А., Логинова Л.В.* Исследование комплексного воздействия факторов износа на механические свойства тканей для спецодежды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №3. С.23…26.

4. *Ганиева Г.А., Рыскулова Б.Р., Ташпулатов С.Ш.* Research of physical and mechanical properties of materials for special clothing production for oil industry workers // Вестник АТУ. – 2015, №3. С.50…55.

5. Инновационный патент Республики Казахстан на изобретение №30275 "Устройство для определения нефтепроницаемости текстильных материалов". Авторы: Ганиева Г.А., Рыскулова Б.Р., Шамбулов Е.Д.

6. *Боровиков В.П., Боровиков И.П.* STATISTICA - Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: "Филинъ", 1998.

7. *Стельмашенко В.И., Воронцова Н.В., Шушунова Т.Н.* Методы и средства исследований в процессах оказания услуг. – М.: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2007.

R E F E R E N C E S

1. Romanov V.E. Sistemnyj podhod k proektirovaniju special'noj odezhdy. – M.: Legkaja i pishhevaja promyshlennost', 1981.

2. Study of the Tensile Properties of Materials Destined to Manufacture Protective Clothing for Firemen By: Hristian, Liliana; Bordeianu, Demetra Lacramioara; Iurea, Pavel; et al. Materiale Plastice, Volume: 51 Issue: 4 Pages: 405-409 Published: DEC 2014.

3. Ryskulova B.R., Zhumadilova A.A., Loginova L.V. Issledovanie kompleksnogo vozdejstvija faktorov iznosa na mehanicheskie svojstva tkanej dlja spec-odezhdy // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №3. S.23…26.

4. Ganieva G.A., Ryskulova B.R., Tashpulatov S.Sh. Research of physical and mechanical properties of materials for special clothing production for oil industry workers // Vestnik ATU. – 2015, №3. S.50…55.

5. Innovacionnyj patent Respubliki Kazahstan na izobretenie №30275 "Ustrojstvo dlja opredelenija nefteproniсaemosti tekstil'nyh materialov". Avtory: Ganieva G.A., Ryskulova B.R., Shambulov E.D.

6. Borovikov V.P., Borovikov I.P. STATISTICA - Statisticheskij analiz i obrabotka dannyh v srede Windows. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: "Filin"", 1998.

7. Stel'mashenko V.I., Voroncova N.V., Shushunova T.N. Metody i sredstva issledovanij v processah okazanija uslug. – M.: ID "FORUM": INFRA-M, 2007.

Рекомендована кафедрой технологии, конструирования изделий и товаров. Поступила 23.06.16.

УДК 677.01

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТАРИЗАЦИИ ЛЬНОВОЛОКНА НА ЕГО СВОЙСТВА И СОСТАВ ПРИМЕСЕЙ*

THE INFLUENCE OF ELEMENTARIZATION ON FLAX FIBER PROPERTIES AND ON THE COMPOSITION OF ADDITIVES

В.Г. СТОКОЗЕНКО, И.Ю. ЛАРИН, Е.Р. ВОРОНИНА, Ю.В. ТИТОВА, А.П. МОРЫГАНОВ
V.G. STOKOZENKO, I.YU. LARIN, E.R. VORONINA, YU.V. TITOVA, A.P. MORYGANOV

(Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук, г. Иваново, Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)
(G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of the Russian Academy of Sciences, Ivanovo, Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute)
E-mail vgs@isc-ras.ru

Проведен сравнительный анализ состава примесей и свойств льняного волокна, модифицированного различными механическими способами. Показана принципиальная возможность получения высококачественного льносырья методом целенаправленного разрушения комплексных волокон способом циклического деформирования.

The composition of additives and properties offlax fiber were analyzed after mechanical modification by different methods. The possibility was shown that the method of complex fiber destruction by the action of cyclic deform loads may provide the obtaining of high quality flax materials.

Ключевые слова: льняной котонин, льняные элементаризованные волокна, циклическое деформирование, примеси льняного волокна, свойства льняного волокна.

Keywords: flax kotonin, flax fiber, elementarized fibers, cyclic deformation, additives of flax fiber, properties of flax fiber.

В рамках современной концепции модифицирования льносырья лежат принципы разрушения структуры комплексных волокон путем их механического дробления в продольном направлении и укорочения (многократный прочес с помощью кардочесального оборудования). На этом основаны известные технологии котонизации (фирмы Темафа, Ритер, Да Рош и пр.) [1].

* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект № 15-48-03021).

Инкрустирующие вещества, входящие в состав соединительных тканей, неравномерно распределены по длине технического льноволокна: наибольшее их количество локализуется в комлевой и верхушечной (приплодной) частях, наименьшее – в срединных зонах. Это приводит к неравномерности упорядоченности и прочности связей между элементарными волокнами. Поэтому комплексные волокна разной степени лигнификации по-разному сопротивляются действию механических деструктирующих обработок: наряду с разделением на элементарные волокна и тонкие комплексы часть волокон остается неразработанными, что приводит к нарушению стабильности процесса прядения и снижению качественных показателей пряжи [2]. Высокая дисперсия модифицированных льноволокон по химическому составу, геометрическим размерам и физико-механическим показателям, присутствие в волокнистой массе механических примесей в виде костры и пыли делают проблематичным дальнейшую их переработку в медицинские, технические изделия, а также целлюлозу с высокой степенью чистоты.

Принципиально новым направлением подготовки льняных волокон к промышленной переработке является предлагаемая нами полная элементаризация комплексных волокон методом целенаправленного разрушения их соединительных тканей под действием циклического деформирования. Последнее создается с помощью разработанного модельного устройства, обеспечивающего чередование операций "нагрузка-разгрузка-частичная релаксация", приводящих к разрушению склеренхимных тканей и разделению комплексных пучков до элементарных волокон [3]. По нашим прогнозам, помимо расщепления лубяного волокнистого пучка новый метод должен обеспечивать разрушение лигноуглеводного комплекса (ЛУК), а также очистку элементаризованных волокон от частиц костры и пыли.

Для подтверждения эффективности нового подхода к модифицированию льносырья в данной работе проведен сравнительный анализ состава ЛУК, гигроскопических и физико-механических свойств элементаризованного льноволокна и льноволокон, модифицированных по известным технологиям.

Объектами исследования служили суровое льняное волокно и полученный из него методом циклического деформирования образец элементаризованных волокон. В качестве образцов сравнения применяли льноволокно, котонизированное по наиболее прогрессивной совместной технологии фирм Темафа и Ритер (продольное разволокнение), и хлопок селекции 108-Ф. Изменения в структуре волокон контролировали с помощью микроскопа МИКРОМЕД-1 при увеличении 1: 400.

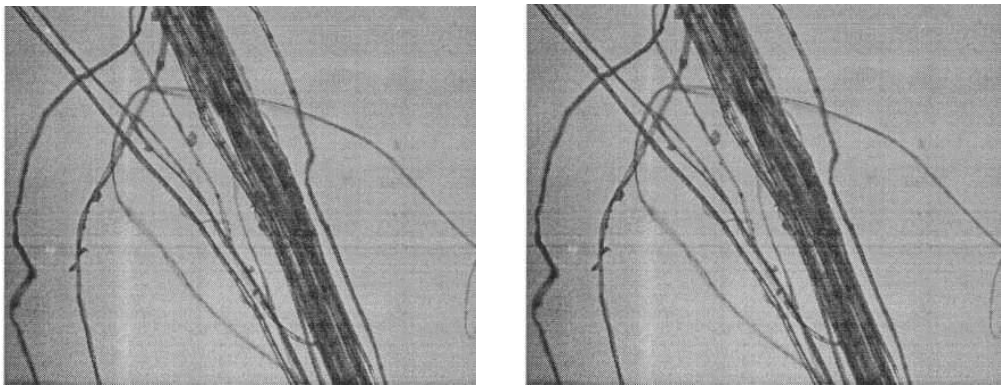
Содержание основных компонентов ЛУК льноволокон (целлюлоза, лигнин, пектиновые вещества, гемицеллюлозы), показатели гигроскопичности (капиллярность и водопоглощение) определяли по стандартным методикам [4], [5]. Анализ физико-механических свойств элементаризованных волокон проводили с помощью методов, используемых для изучения свойств волокон хлопка [6].

Результаты исследования структуры полученных волокон показали, что способ, реализуемый фирмами Темафа и Ритер, не позволяет достичь полного распада комплексного волокна на элементарные волокна (рис.1-а). Лубяные пучки распадаются на более тонкие комплексы с отслоением элементарных волокон. При этом на волокнах сохраняются остатки соединительных тканей, которые при дальнейшей переработке будут засорять прядильное оборудование. Метод элементаризации, разрабатываемый нами, обеспечивает практически полный распад комплексных волокон до элементарных с одновременной их очисткой от механических примесей (рис. 1-б).

На рис. 1 представлены микрофотографии льноволокон, полученных: а) – методом продольного разволокнения (котонизированного); б) – действием многократных циклических деформирующих нагрузок (элементаризованного).

Разрушение склеренхимных тканей льноволокна под действием де-

формирующих нагрузок сопровождается эффективным механическим удалением лигнина и пектиновых веществ: остаточное содержание их составляет соответственно 50 и 66 % от исходного количества с одновременным повышением целлюлозной составляющей (до 80,1%) (табл. 1).



а) б)

Рис. 1

Таблица 1

Компоненты льноволокна	Содержание, %, в волокнах		
	исходном	элементаризованном	котонизированном
Целлюлоза	64,4	80,1	76,2
Лигнин	5,1	2,6	4,8
Пектины	4,8	3,2	4,2
Гемицеллюлозы	10,5	9,8	10,2

Аналогичные показатели были получены ранее при осуществлении двухстадийного механохимического способа модификации льносырья, в котором основную роль в деструкции примесей играют химические процессы, протекающие с участием реагентов селективного действия по отношению к лигнину и пектинам [7]. При котонизации по известным механическим способам такого результата добиться не удается.

Результаты исследования физико-механических свойств нового вида волокна (табл. 2) показали, что его линейная плотность близка к показателю хлопкового волокна, а прочность – в 1,6 раз выше.

Таблица 2

Наименование показателей	Значения показателей для волокон		
	элементаризованного	котонизированного	хлопка селекции 108-Ф
Средняя линейная плотность, мтекс	213	1440	179
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	40,4	28,5	25,0
Гигроскопические свойства: капиллярность, мм/10 мин водопоглощение, г/г волокна	 65 16,6	 0 2,0	 0 5,5

Это дает основание полагать, что, в отличие от известных способов котонизации, разрабатываемый метод не оказывает разрушающего действия на волокно. Вместе с тем, высокая степень очистки от примесей позволяет получить развитую капиллярно-пористую систему, придающую волокну гидрофильность уже на стадии механической обработки. Благодаря этому дальнейшие химические обработки волокна или изделий на его основе (при их необходимости) могут проводиться в значительно более мягких условиях, чем требуется при обработках известных видов льнопродукции.

В Ы В О Д Ы

На основании сравнительного анализа состава примесей и физико-механических свойств элементаризованного льноволокна и льноволокон, модифицированных по известным технологиям, показана возможность получения принципиально нового вида льняного сырья для производства широкого спектра инновационных льноизделий.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Живетин В.В., Гинзбург Л.Н., Ольшанская О.М.* Лен и его комплексное использование. – М.: Информ-Знание, 2002.

2. *Ларин И.Ю.* Влияние жестких волокон котонина на качество пряжи и стабильность технологического процесса прядения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, №2. С. 96…100.

3. Патент № 2497982 РФ МПК D01B5/00. Способ обработки комплексных лубяных волокон и устройство для его реализации / Ларин И. Ю., Савинов Е. Р.; заявитель и патентообладатель Ларин И.Ю., Савинов Е.Р. – №2012100574/12; заявл. 10.01.2012; опубл. 10.11.2013.

4. *Оболенская А.В., Ельницкая З.П., Леонович А.А.* Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. – М.: Экология, 1991.

5. ГОСТ 5556–81. Вата медицинская гигроскопическая. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2003.

6. *Кукин Г.Н., Соловьев А.Н.* Текстильное материаловедение. Исходные текстильные материалы. – М.: Легкая промышленность и бытовое обслуживание, 1985.

7. Современные проблемы модификации природных и синтетических волокнистых и других полимерных материалов: теория и практика / Под ред. Морыганова А.П., Заикова Г.Е. – Гл. 2. Воздействие окислительно-восстановительных систем на природные полисахариды в процессах химической модификации лубяных волокон (Стокозенко В.Г., Морыганов А.П.). – СПб.: Научные основы и технологии, 2012. С. 71…133.

R E F E R E N C E S

1. Zhivetin V.V., Ginzburg L.N., Ol'shanskaja O.M. Len i ego kompleksnoe ispol'zovanie. – M.: Inform-Znanie, 2002.

2. Larin I.Ju. Vlijanie zhestkih volokon kotonina na kachestvo prjazhi i stabil'nost' tehnologicheskogo processa prjadenija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, №2. S. 96…100.

3. Patent № 2497982 RF MPK D01B5/00. Sposob obrabotki kompleksnyh lubjanyh volokon i ustrojstvo dlja ego realizacii. / Larin I. Ju., Savinov E. R.; zayavitel' i patentoobladatel' Larin I.Yu., Savinov E.R. – №2012100574/12; zayavl. 10.01.2012; opubl. 10.11.2013.

4. Obolenskaja A.V., El'nickaja 3.P., Leonovich A.A. Laboratornye raboty po himii drevesiny i celljulozy. – M.: Jekologija, 1991.

5. GOST 5556–81. Vata medicinskaja gigroskopicheskaja. Tehnicheskie uslovija. – M.: Izd-vo standartov, 2003.

6. Kukin G.N., Solov'ev A.N. Tekstil'noe materialovedenie. Ishodnye tekstil'nye materialy. – M.: Legkaja promyshlennost' i bytovoe obsluzhivanie, 1985.

7. Sovremennye problemy modifikacii prirodnyh i sinteticheskih voloknistyh i drugih polimernyh materialov: teorija i praktika / Pod red. Moryganova A.P., Zaikova G.E. – Gl. 2. Vozdejstvie okislitel'no-vosstanovitel'nyh sistem na prirodnye polisaharidy v processah himicheskoj modifikacii lubjanyh volokon (Stokozenko V.G., Moryganov A.P.). – SPb.: Nauchnye osnovy i tehnologii, 2012. S. 71…133.

Рекомендована научно-техническим семинаром ИХР РАН. Поступила 01.12.15.

УДК 677.027

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАЛОЗАТРАТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ СОЛОМЫ И ТРЕСТЫ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

PERSPECTIVE LOW-COST TECHNOLOGIES OF PROCESSING OF STRAW AND TRUSTS OF OLIVE FLAX

Е.М. ПУЧКОВ, А.В. БЕЗБАБЧЕНКО, Э.В. НОВИКОВ
E.M. PUCHKOV, A.V. BEZBABCHENKO, E.V. NOVIKOV

(Всероссийский научно-исследовательский институт механизации льноводства, Костромской государственный технологический университет)
(The All-Russia Scientific Research Institute of Mechanization Flax Cultivation, Kostroma State Technological University)
E-mail: vniiml1@mail.ru. nis@kstu.edu.ru

Предложены и обоснованы новая энергосберегающая функционально-технологическая схема и оборудование для переработки соломы и тресты масличного льна в однотипное волокно, в экологически чистые строительные утеплители и другую продукцию многофункционального назначения.

The new functional-technological circuit and the equipment for processing straw and trusts of olive flax in the same fibre, in non-polluting building heaters and other production of multipurpose purpose is offered and proved.

Ключевые слова: лен масличный, солома масличного льна, волокно масличного льна, объемный строительный утеплитель, комбинированный плоский утеплитель.

Keywords: olive flax, straw of olive flax, a fibre of olive flax, the volumetric building heater, the combined flat heater.

По данным ФАО посевы льна масличных сортов в мире составляют свыше 3 млн. га, сбор семян достигает 2,6...3,0 млн. тонн. В Российской Федерации масличный лен возделывается на площади свыше 600 тыс. га [1]. Основные площади масличного льна расположены в Ростовской, Самарской, Саратовской и Волгоградской областях, Ставропольском, Алтайском и Краснодарском краях, немалые площади имеются в Пензенской, Воронежской, Курской, Оренбургской областях.

Основными потребителями масличного льна (семян) являются страны Европейского союза, уделяющие большое внимание экологичности продукции. В АПК Украины [2] и России также имеет место повышенный интерес ко льну масличному, вызванный ростом экспортного спроса на отраслевом сырьевом рынке в связи с высокой ценой на мировых рынках. Однако в Российской Федерации этот вид льна для производства волокна и изделий из него практически не используют. В результате из-за неиспользования соломы и тресты масличного льна уничтожаются более 100 тыс. т волокнистых веществ, пригодных для обеспечения всех отраслей промышленности по выпуску продукции технического назначения.

Расчеты показали, что от реализации волокна, выработанного из соломы и тресты масличного льна, аграрный сектор РФ может получать ежегодно 360 млн. руб.

Существующие технологии переработки соломы масличного льна на отечественном оборудовании льнозаводов для льнотресты льна-долгунца (мяльно-трепальные, куделеприготовительные агрегаты и прочее технологическое оборудова-

ние) очень энергоемки [3], не обеспечивают качество выпускаемого волокна и рентабельность производства. По причине недостаточной длины стебля льна масличного его невозможно обрабатывать по классической схеме на мяльно-трепальных агрегатах для получения длинного волокна. В настоящее время разрабатываются другие технологии переработки, которые можно применить для льна масличного [4…8], однако ни одна из них пока не доведена до производственной апробации.

В представленной работе на основе обобщения отечественного и мирового опыта производства масличного льна, а также анализа использования волокна из соломы льна предлагается новая энергосберегающая технология переработки масличного льна в однотипное волокно и далее – в экологически чистые строительные утеплители, продукцию многофункционального назначения, а также ее частичная апробация.

Ученые и специалисты Всероссийского научно-исследовательского института механизации льноводства и его структурного подразделения в г. Костроме на протяжении последних лет ведут исследования по обоснованию малозатратных технологий переработки тресты не только льна-долгунца, конопли, а также не используемой ранее соломы и тресты льна масличного.

Проведенный сравнительный анализ возможных вариантов переработки стеблей масличного льна выявил наиболее рациональные схемы механического воздействия, к которым были отнесены способ с использованием классического оборудования льнозаводов (способ 1) и разработанный ВНИИМЛ способ с применением модернизированного дезинтегратора (патент [9]) со сменными рабочими органами (гарнитурой) и новой машиной переработки стеблей льна масличного (МПЛ), (способ 2).

Технологические схемы указанных способов представлены на рис. 1 (а – функционально-технологическая схема поточной линии для переработки масличного льна с использованием агрегата АКЛВ-1-01 завода им. Г.К. Королева; б – предлагаемая функционально-технологическая схема линии для переработки масличного льна – ВНИИМЛ), а технологические и технические характеристики сравниваемых линий на масличном льне – в табл. 1.

Линия с использованием агрегата АКЛВ-1-01 завода им. Г.К. Королева (рис. 1) имеет следующие недостатки:

– большая масса, энергоемкость, трудоемкость изготовления и эксплуатации;

– низкий коэффициент полезного времени;

– недостаточная очистка от костры;

– недостаточная возможность изменять характеристики получаемого волокна в зависимости от качества исходного сырья;

– большое количество пыли, выделяющейся при работе агрегата для удаления которой необходима энергозатратная система обеспыливающей вентиляции.

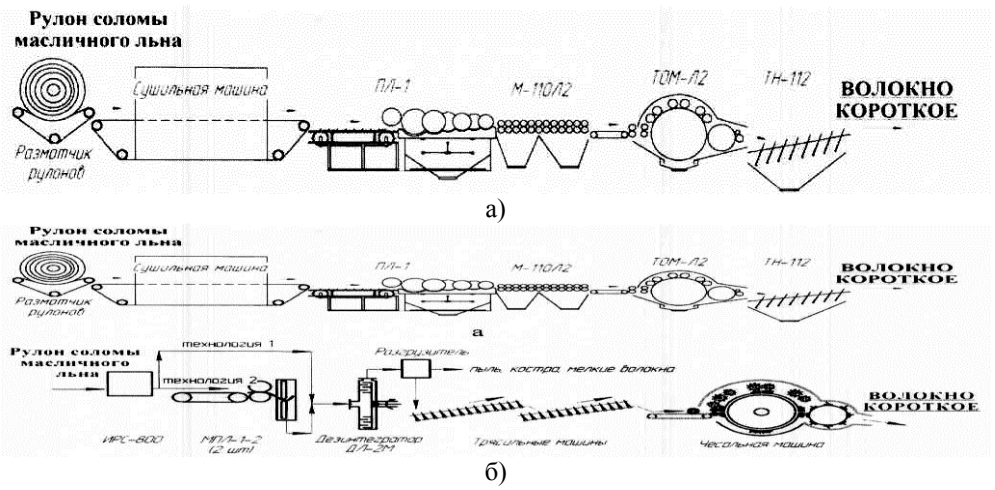


Рис. 1

Предлагаемая линия (рис. 1-б) является энергосберегающей и имеет следующие преимущества:

– в зависимости от качества исходного сырья можно снижать себестоимость волокна, используя технологию 1 или 2;

– вырабатывает волокно с различными характеристиками: средней массодлиной от 40 до 200 мм, с массовой долей костры от 10 до 20%, линейной плотности от 1,5 до 7,0 текс;

– снижена цена линии не менее чем в 1,5 раза (7000 тыс. руб. против 11000 тыс. руб.);

– снижена установленная мощность в 1,8 раза (36 кВт против 65 кВт);

– снижена установленная мощность системы пневмотранспорта и вентиляции в 1,5 раза;

– возможность ее реализации на действующих льнозаводах и других текстильных предприятиях с минимальными затратами финансовых средств и труда, так как часть оборудования линии на предприятиях уже имеется.

Таблица 1

№ п/п	Характеристики	Линия с использованием АКЛВ-1-01 (рис. 1-а)	Предлагаемая линия (рис. 1-б)
1	Пропускная способность по сырью, кг/ч	600	600* и 1000*
2	Влажность поступающего сырья, %	до 19	до 23…25
3	Массовая доля костры в волокне, %	~15…25	~10…20
4	Масса, кг	~15000	~8000
5	Габаритные размеры:		
	длина, м	~23	~16
	ширина, мм	3500	3400
	высота, мм	3600	3600
6	Общая мощность электродвигателей, кВт	~65	~36

Примечание. *600 – для льна-долгунца, *1000 – для льна масличного.

Лабораторные испытания соломы, тресты и волокна масличного льна из различных зон выращивания (Краснодарский край, Алтайский край, Волгоградская область, Тверская область), проведенные в ВНИИМЛ в г. Костроме, показали возможность переработки данного типа льна в различные виды готовой продукции. Производственные испытания на предприятиях первичной переработки льна в Ярославской и Костромской областях подтвердили эффективность представленной технологии и линии как на масличном льне, так и на льне-долгунце.

Технологическая схема производства из волокна масличного льна по технологии, представленной на рис. 1-б, объемных и комбинированных плоских утеплителей, в том числе огнебиозащищенных утеплителей, представлена на рис. 2.

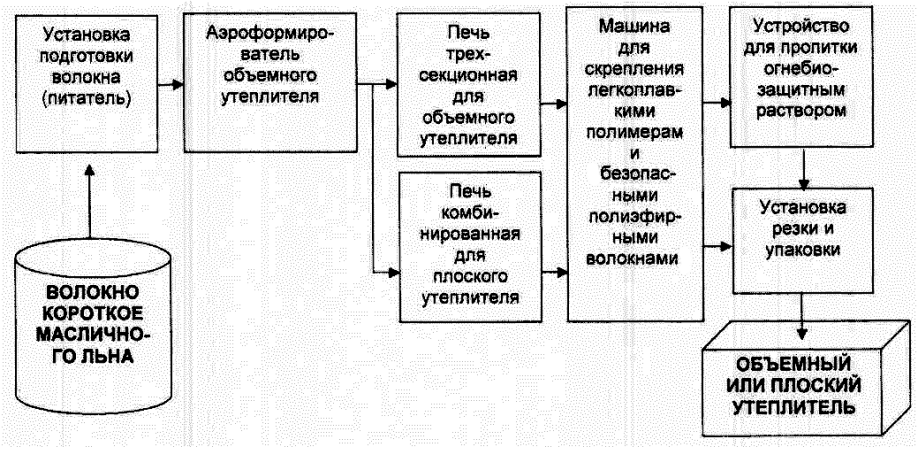


Рис. 2

Исходя из результатов проведенных исследований представляются перспективными схема и набор оборудования для производства из соломы, тресты масличного льна однотипного волокна и строительных утеплителей из него, приведенные на рис. 3.

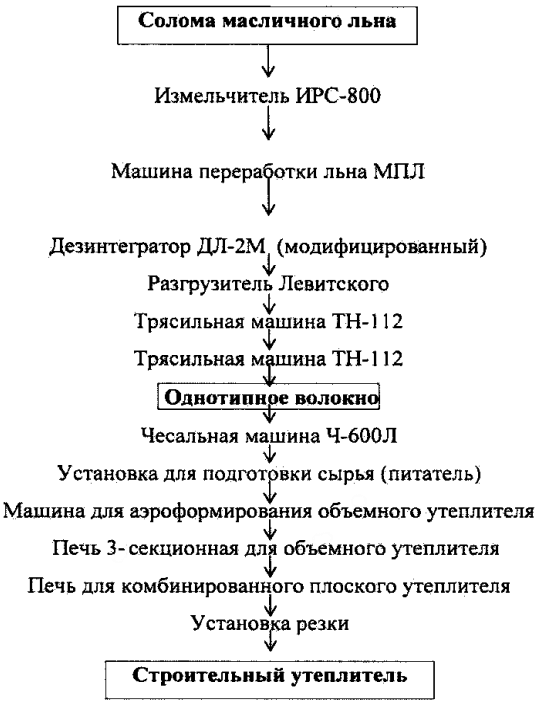


Рис. 3

ВЫВОДЫ

Обоснованы и апробированы технология и состав линии для переработки соломы и тресты масличного льна, освоение которых повысит рентабельность производства волокна масличного льна и изделий из него, а также увеличит долю экологически чистых строительных материалов в отечественной строительной индустрии.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бушнев А.С. и др.* Состояние производства и совершенствование элементов технологии возделывания льна масличного в южном регионе Российской Федерации // Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2013. Вып. 2.

2. *Бойко Г.А., Чурсина Л.А., Головенко Т.Н., Меняйло-Басистая И.А.* Перспективы использования смесей волокон льна масличного с другими натуральными волокнами // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №2. С. 47...50.

3. *Ковалев М.М., Апыхин А.П.* Обоснование и разработка инновационных технологий и куделеприготовительного агрегата для получения короткого льноволокна // Техника и оборудование для села. –2013, №1 Г. С. 2...6.

4. *Федосова Н.М. и др.* Исследование технологического качества стеблей масличного льна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №1. С.27...29.

5. *Носов А.Г., Вихарев С.М., Дроздов В.Г.* Влияние влажности на вероятностные параметры распределения штапельной длины отходов трепания при обработке в дезинтеграторе // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3. С. 40...42.

6. *Новиков Э.В., Безбабченко А.В., Корабельников А.Р.* Разработка и исследование установки для штапелирования льносырья в непрерывном технологическом потоке // Научный вестник Костромского гос. технолог. ун-та: электронный ресурс, http://vestnik.kstu.edu.ru. – Кострома: КГТУ, 2012, № 1.

7. *Пучков Е.М., Безбабченко А.В., Козлов С.П., Шевалдин Д.М.* Некоторые инновационные разработки для переработки льна // Сб. научн. тр. Междунар. научн.-практ. конф.: Внедрение инновационных разработок в целях повышения экономической эффективности в льняном комплексе России. (г. Вологда, 23 июня 2011 г.). – Вологда, 2011. С. 149...151.

8. *Безбабченко А.В., Шевалдин Д.М., Чекренева Т.П., Новиков Э.В., Корабельников А.Р.* Исследование энергосберегающей технологии переработки льняной ленты в модифицированное волокно // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №6. С. 40...43.

9. Патент РФ № 2506353. Способ получения лубяного волокна и устройство для его осуществления / Внуков В.Г., Федосова Н.М., патентообладатель ООО "Агролен-инвест" 10.02.2014.

REFERENCES

1. Bushnev A.S. i dr. Sostojanie proizvodstva i sovershenstvovanie jelementov tehnologii vozdelyvanija l'na maslichnogo v juzhnom regione Rossijskoj Federacii // Nauchno-tehnicheskij bjulleten' VNIIMK. – 2013. Vyp. 2.

2. Bojko G.A., Chursina L.A., Golovenko T.N., Menjajlo-Basistaja I.A. Perspektivy ispol'zovanija smesej volokon l'na maslichnogo s drugimi natural'nymi voloknami // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №2. S. 47...50.

3. Kovalev M.M., Apyhin A.P. Obosnovanie i razrabotka innovacionnyh tehnologij i kudeleprigotovitel'nogo agregata dlja poluchenija korotkogo l'novolokna // Tehnika i oborudovanie dlja sela. –2013, №1 G. S. 2...6.

4. Fedosova N.M. i dr. Issledovanie tehnologicheskogo kachestva steblej maslichnogo l'na // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, №1. S.27...29.

5. Nosov A.G., Viharev S.M., Drozdov V.G. Vlijanie vlazhnosti na verojatnostnye parametry raspredelenija shtapel'noj dliny othodov trepanija pri obrabotke v dezintegratore // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №3. S. 40...42.

6. Novikov Je.V., Bezbabchenko A.V., Korabel'nikov A.R. Razrabotka i issledovanie ustanovki dlja shtapelirovanija l'nosyr'ja v nepreryvnom tehnologicheskom potoke // Nauchnyj vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta: jelektronnyj resurs, http://vestnik.kstu.edu.ru. – Kostroma: KGTU, 2012, № 1.

7. Puchkov E.M., Bezbabchenko A.V., Kozlov S.P., Shevaldin D.M. Nekotorye innovacionnye razrabotki dlja pererabotki l'na // Sb. nauchn. tr. Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.: Vnedrenie innovacionnyh razrabotok v celjah povyshenija jekonomicheskoj jeffektivnosti v l'njanom komplekse Rossii. (g. Vologda, 23 ijunja 2011 g.). – Vologda, 2011. S. 149...151.

8. Bezbabchenko A.V., Shevaldin D.M., Chekreneva T.P., Novikov Je.V., Korabel'nikov A.R. Issledovanie jenergosberegajushhej tehnologii pererabotki l'njanoj lenty v modificirovannoe volokno // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №6. S. 40...43.

9. Patent RF № 2506353. Sposob poluchenija lubjanogo volokna i ustrojstvo dlja ego osushhestvlenija / Vnukov V.G., Fedosova N.M., patentoobladatel' OOO "Agrolen-invest" 10.02.2014.

Рекомендована Ученым советом ВНИИМЛ. Поступила 23.03.15.

УДК 677.017.463:531.43

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ХЛОПКОВОЙ ПРЯЖИ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ

EXPERIMENTAL REGULARITIES OF DEFORMATION OF THE COTTON YARN AT STRETCHING

К.С. СУЛТАНОВ, С.И. ИСМАИЛОВА, Ш.Э. ТУЛАНОВ
K.S. SULTANOV, S.I. ISMAILOVA, SH.E. TULANOV

(Институт сейсмостойкости сооружений Академии наук Республики Узбекистан, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности)
(Institute of Seismic Stability of Constructions of SA of the Republic of Uzbekistan, Tashkent Institute of Textile and Light Industry)
E-mail: sultanov.karim@mail.ru, sultanov.karim@gmail.com

На основе результатов экспериментов по растяжению хлопковой пряжи получены нелинейные зависимости растягивающей силы от продольной деформации нити. Предположено, что причиной проявления нелинейного деформирования хлопковой пряжи является изменение механических характеристик пряжи при растяжении; определены изменения модуля деформации в зависимости от значений продольной деформации.

On the basis of results of experiments on stretching of a cotton yarn nonlinear dependences of the stretching force on longitudinal deformation of a thread are received. It is assumed that change of mechanical characteristics of a yarn is the reason of manifestation of nonlinear deformation of a cotton yarn at stretching and changes of the module of deformation depending on values of longitudinal deformation are defined.

Ключевые слова: нить, хлопковая пряжа, напряжение, деформация, структура, растяжение, разрушение нити, модуль деформации, нелинейность.

Keywords: thread, cotton yarn, stress, strain, structure, stretching, thread damage, strain modulus, non-linearity.

Прочность является одним из важнейших показателей качества хлопковых пряж [1], [2]. Определение прочности хлопковых пряж проводится в основном с использованием расчетно-эмпирических формул А.Н. Соловьева, К.И. Корицкого, Н.М. Белицына, Б.П. Позднякова, В.Е. Зотикова, И.В. Будникова, П.П. Трыкова,

И.М. Раха [1...7], основанных на уравнении равновесия при растяжении пряжи и результатов соответствующих экспериментов. Разработаны также регрессионные уравнения и аналитические методы проектирования прочности пряжи и нити [8].

Для определения прочностных свойств пряжи наиболее достоверными и применимыми на практике являются формулы А.Н. Соловьева, где учитываются различные системы прядения, длина волокон в пряже, линейная плотность волокна и пряжи, удельная неровнота пряжи, поправка на крутку, состояние прядильного оборудования. Используя формулы А.Н. Соловьева, с достаточно высокой точностью можно определить относительную разрывную (критическую) нагрузку, при которой пряжа обрывается.

Предложенные расчетно-эмпирические формулы или математические модели для прогнозирования прочности пряжи позволяют определить конечное значение нагрузки, при достижении которой происходит обрыв нити.

Для определения механизма образования напряжения и деформации пряжи при растяжении необходимо уравнение состояния, учитывающее процессы, происходящие при растяжении пряжи.

Упомянутые выше расчетно-эмпирические формулы, с помощью которых определяется разрывная нагрузка, не могут заменить законы деформирования нити при растяжении. Законы деформирования нити при растяжении, изгибе и кручении с учетом упругих, вязких и пластических свойств материала предложены в [9]. В [9], [10] отмечено, что возникающие в нити напряжения (в том числе разрывная нагрузка) существенно зависят от скорости деформирования, то есть скорости растяжения. Исследования процессов при высоких скоростях деформации приводят к необходимости исследования процесса распространения волн в пряже [11]. Динамические (волновые) процессы деформирования нитей необходимо исследовать на основе физически нелинейных математических моделей напряженно-деформированного состояния [8...12].

Предложенный в [9] физически нелинейный закон деформирования требует определения текущего модуля жесткости $E_т$ в процессе растяжения нити. В целях определения изменения модуля жесткости хлопковой пряжи при растяжении были проведены эксперименты на стандартной разрывной установке Statimat C.

Для проведения опытов использовали однородную хлопковую пряжу кардной системы, выработанную на пневмомеханической прядильной машине из средневолокнистого хлопка 1 сорта, 1 группы зрелости, 4-го типа волокна. При их изготовлении в соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ 11970.0–2003 были заданы номинальные линейные плотности пряжи (в скобках указано количество исследованных бобин): Т=14,0 (2); 15,4 (2); 16,5 (2); 18,5 (5); 29,0 (16); 50,0 (10); 72,0 (4); 100,0 (3) и 160,0 (1) текс. Отборы пряж для испытания с данными линейными плотностями являются случайными [2]. Перед проведением опытов линейную плотность пряжи для каждой бобины определяли отдельно. Для измерения линейной плотности нитей (пряжи) с помощью мотовила НМ-3 в автоматическом режиме наматывали 50 маленьких моточков (пасм) длиной в 112,5 м (для 100 оборотов мотовила). После этого намотанные образцы поочередно взвешивали на весах SK-60 Н. После окончания взвешивания всех моточков на принтере выдавались следующие данные: дата проведения проверки, номер партии, общее количество взвешенных пасм, суммарная линейная плотность всех пасм в денье, максимальный показатель, минимальный показатель, разница между минимумом и максимумом, средняя линейная плотность в денье, стандартное отклонение, коэффициент вариации (в %) и максимальное отклонение.

Используя результаты измерений линейной плотности для каждой бобины, определяли коэффициенты вариации неровноты линейной плотности (квадратическая неровнота) согласно ГОСТу 6611.1–73 и по методике [13]. Значения коэффициента вариации C_v для рассмотренных в опытах 45 бобин хлопковой пряжи изме-

няются в пределах от 0,6 до 2%, что соответствует республиканскому стандарту УзГОСТ 2322–2011.

На установке Statimat C испытывали пряжу на разрыв в автоматическом режиме с помощью собственного программного обеспечения, отматывая пряжу с бобины и удерживая в зажимах при заданном расстоянии, равном 500 мм [2]. Результаты испытаний выдавались на экран компьютера, когда прибор заканчивал испытание образца; полученные данные распечатывались на принтере.

Испытания проводили сериями по 50 повторов с каждой бобины (всего 45 бобин). Длина образцов составляла 500 мм, средняя скорость растяжения нити около 0,015 $с^{-1}$.

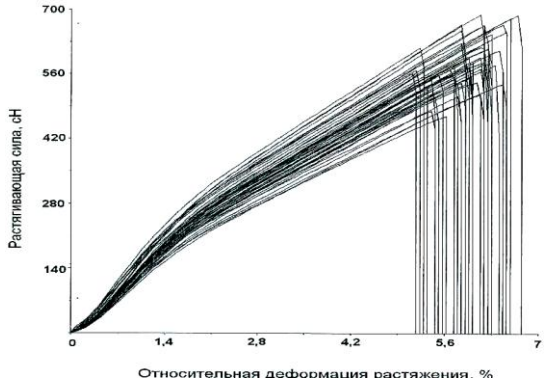


Рис. 1

На рис.1 приведены 50 зависимостей растягивающей силы от относительной деформации F(e), полученные для хлопковой пряжи линейной плотностью T=50,0 текс. Зависимости F(s), полученные в опытах для остальных 45 бобин пряжи, аналогичны кривым на рис.1. Как видно из рис. 1, экспериментальные зависимости F(e) являются нелинейными, при этом в процессе деформирования знак кривизны F(e) меняется. В начале процесса деформирования хлопковой пряжи зависимость F(e) имеет выпуклость вниз, а затем – вверх. Далее зависимость F(e) примерно остается линейной.

Типичные кривые зависимостей растягивающей силы от относительной деформации приведены в [9]. Согласно [9] эти кривые в основном бывают трех типов: выпуклые вниз, выпуклые верх и с переменным знаком кривизны, что наблюдается в наших опытах. Для первых двух типов кривых в [9] предложены законы изменения модуля жесткости нити в зависимости от изменения деформации. Для третьего типа кривых – когда изменения текущего модуля деформации при растяжении пряжи не определены. Полученные нами экспериментальные данные позволяют определить изменение текущего модуля жесткости E_x хлопковой пряжи при растяжении. В процессе растяжения нить испытывает упругие и пластические стадии деформирования [9], поэтому модуль жесткости в дальнейшем назовем модулем деформации.

Из диаграммы F(s) можно определить фактический модуль деформации $E_ф$ или секущий модуль деформации E. Фактический модуль деформации определяется проведением касательной линии в каждой точке кривой F(ε), а секущий модуль деформации в каждой точке кривой F(s) равняется $E = F/\varepsilon$ [2].

Из диаграммы F(s) более точно определяется секущий модуль деформации E, поэтому далее рассматриваем изменение секущего модуля деформации при растяжении хлопковой пряжи и считаем $E = E_т$.

Секущий модуль деформации определяется из усредненной диаграммы F(ε) (рис.2). Усредненную зависимость F(ε) для каждой серии опытов также выдает сама установка Statimat C в автоматическом режиме.

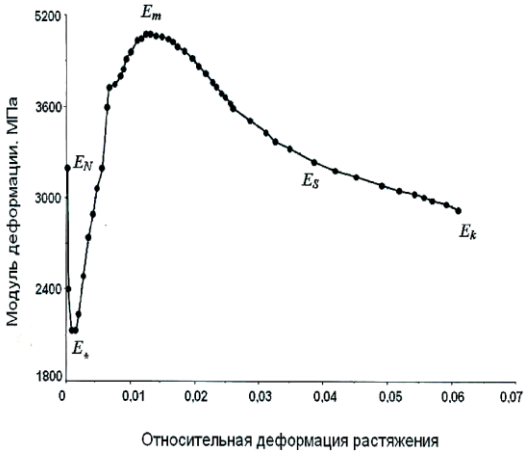


Рис. 2

Модели деформирования, как правило, пишутся для зависимостей нормальных напряжений от относительной деформации σ(ε). Относительная деформация ε в этом выражении является безразмерной величиной, в отличие от диаграмм, приведенных на рис. 1 и 2, где она указывается в процентах ($\varepsilon = 10^{-2}\,\varepsilon\%$).

Для определения нормальных напряжений в образце воспользуемся соотношением σ=F/S, где S – условное поперечное сечение пряжи, которое можно определить по формуле $S = T/\rho_v$. В последней T – линейная плотность, текс, а ρ_v – объемный вес хлопкового вещества, из которого состоят волокна (для хлопка ρ_v=l,5 мг/мм^3). Тогда секущий модуль деформации, МПа, можно определить из выражения $E = \sigma/\varepsilon$.

На рис. 3 приведены зависимости модуля деформации от самой деформации E(ε), определенные из усредненных зависимостей F(ε) на рис.2.

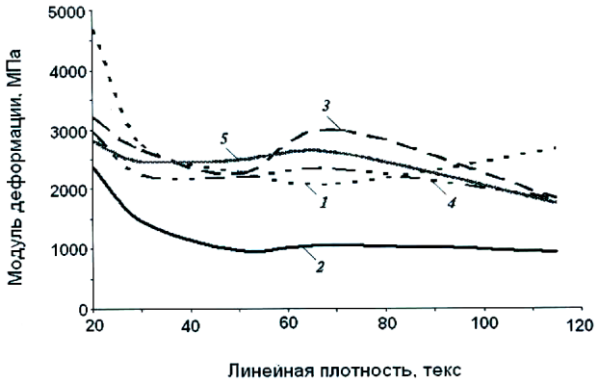


Рис. 3

Как видно из рис. 3, изменение секущего модуля деформации (в дальнейшем модуль деформации) в зависимости от ε существенно нелинейное.

Характер изменения модуля деформации E(ε) на рис. 3 показывает, что в начале процесса деформирования хлопковой пряжи модуль деформации от начального значения E_N интенсивно падает до значения E_*, достигаемого при $\varepsilon=\varepsilon_*$. Далее наблюдается рост значения E до максимального E_m при $\varepsilon=\varepsilon_m$. Затем идет спад значения модуля E до значения E_s при $\varepsilon=\varepsilon_s$. После достижения E_s значение E уменьшается с малой интенсивностью до значения $\varepsilon=\varepsilon_k$. При достижении $\varepsilon = \varepsilon_k$ при $E = E_k$ происходит обрыв хлопковой пряжи.

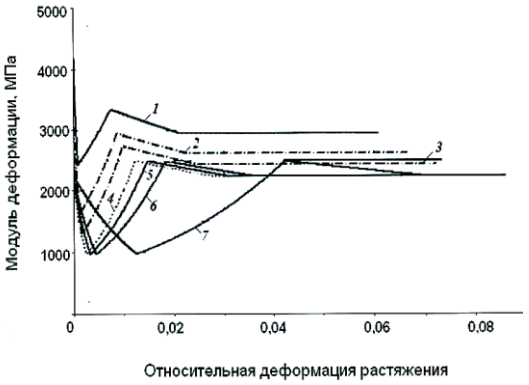


Рис. 4

На рис. 4 приведена зависимость E(ε), полученная для пряжи из другой бобины, также с линейной плотностью T=50 текс. Как видно из рис. 4, после достижения E_s модуль деформации E остается практически постоянным до значения $E=E_k$.

В общей сложности для пряжи из 45 бобин с девятью разными номинальными значениями линейной плотности получены по 45 зависимостей F(ε), аналогичные приведенным зависимостям на рис.1 и 2. Из усредненных 45 зависимостей F(ε) получены 45 зависимостей E(ε), которые также аналогичны кривым на рис. 3 и 4.

Анализ полученных зависимостей E(ε) показывает, что для них характерными параметрами являются значения модулей деформации E_N, E_*, E_m, E_s, E_k, достигаемые соответственно при значениях относительной деформации ε_*, ε_m, ε_s, ε_k. Нахождение аппроксимирующих функций для зависимостей E(ε), приведенных на рис. 3 и 4, и с их помощью, следуя [9], определение уравнений состояния (законы деформирования) хлопковых пряж, с которыми проводили испытания, – предмет дальнейших исследований в этом направлении.

В Ы В О Д Ы

На основе результатов опытов по растяжению хлопковой пряжи получены нелинейные зависимости растягивающей силы F от деформации растяжения нити ε.

Предполагается, что в экспериментальных зависимостях F(ε) нелинейность проявляется в силу изменения модуля деформации хлопковой пряжи при растяжении. В результате обработки опытных данных получены изменения E в зависимости от деформации ε. Определены основные параметры зависимости E(ε), характеризующие изменение E.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кукин Г.Н.* Текстильное материаловедение (исходные текстильные материалы). – М.: Легпромбытиздат, 1985.
2. *Кукин Г.Н.* Текстильное материаловедение (волокна и нити). – М.: Легпромбытиздат, 1989.
3. *Корицкий К.И.* Технико-экономическая оценка и проектирование качества текстильных материалов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.
4. *Раха И.М.* Определение прочности хлопчатобумажной пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1993, №5. С. 27...31.
5. *Соловьев А.Н.* Определение характеристик жесткости нити при растяжении // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1962, №4. С. 18...25.
6. *Соловьев А.Н.* Сравнение жесткости разных нитей при растяжении // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1962, №5. С. 17...20.
7. *Соловьев А.Н.* Определение текущего и конечного модулей жесткости при растяжении // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1969, №5. С. 15...18.
8. *Щербаков В.П., Скуланова Н.С.* Основы теории деформирования и прочности текстильных материалов. – М.: Изд-во МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2008.
9. *Мигушов И.И.* Механика текстильной нити и ткани. – М.: Легкая индустрия, 1980.
10. *Мортон В.Е., Херл Дж.В.С.* Механические свойства текстильных волокон. – М.: Легкая индустрия, 1971.
11. *Щербаков В.П., Болотный А.П., Цыганов И.Б., Полякова Т.И.* Вычисление критериев длительной прочности при нагружении нити основы на ткацком станке // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №6. С. 129...135.
12. *Щербаков В.П., Болотный А.П.* Уточнение аналитического описания напряженно-деформированного состояния нити // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №6. С. 113... 118.
13. *Севостьянов А.Г.* Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М.: Изд-во МГТУ им. А.Н. Косыгина. 2007.

REFERENCES

1. Kukin G.N. Tekstil'noe materialovedenie (ishodnye tekstil'nye materialy). – M.: Legprombytizdat, 1985.
2. Kukin G.N. Tekstil'noe materialovedenie (volokna i niti). – M.: Legprombytizdat, 1989.
3. Korickij K.I. Tehniko-jekonomicheskaja ocenka i proektirovanie kachestva tekstil'nyh materialov. – M.: Legkaja i pishhevaja promyshlennost', 1983.
4. Raha I.M. Opredelenie prochnosti hlopchatobumazhnoj prjazhi // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1993, №5. S. 27...31.
5. Solov'ev A.N. Opredelenie harakteristik zhestkosti niti pri rastjazhenii // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1962, №4. S.18...25.
6. Solov'ev A.N. Sravnenie zhestkosti raznyh nitej pri rastjazhenii // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1962, №5. S. 17...20.
7. Solov'ev A.N. Opredelenie tekushhego i konechnogo modulej zhestkosti pri rastjazhenii // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1969, №5. S. 15...18.
8. Shherbakov V.P., Skulanova N.S. Osnovy teorii deformirovanija i prochnosti tekstil'nyh materialov. – M.: Izd-vo MGTU im. A.N. Kosygina, 2008.
9. Migushov I.I. Mehanika tekstil'noj niti i tkani. – M.: Legkaja industrija, 1980.
10. Morton V.E., Herl Dzh.V.S. Mehanicheskie svojstva tekstil'nyh volokon. – M.: Legkaja industrija, 1971.
11. Shherbakov V.P., Bolotnyj A.P., Cyganov I.B., Poljakova T.I. Vychislenie kriteriev dlitel'noj prochnosti pri nagruzhenii niti osnovy na tkackom stanke // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, №6. S. 129...135.
12. Shherbakov V.P., Bolotnyj A.P. Utochnenie analiticheskogo opisanija naprjazhenno-deformirovannogo sostojanija niti // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2009, №6. S. 113... 118.
13. Sevost'janov A.G. Metody i sredstva issledovanija mehaniko-tehnologicheskih processov tekstil'noj promyshlennosti. – M.: Izd-vo MGTU im. A.N. Kosygina. 2007.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения ТИТЛП. Поступила 02.10.15.

УДК 677.051.17/.18:677.021.178.6

УЛУЧШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛОТНОСТИ И НЕРОВНОТЫ ПРОЧЕСА ЗА СЧЕТ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПИТАНИЯ ЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЫ

IMPROVEMENT OF INDICATORS OF AREA DENSITY AND NOT EVENNESS OF A PROCHES DUE TO REGULATION OF POWER SUPPLY OF THE CARD MACHINE

К.А. МАКСИМОВА, В.И. РОНЬЖИН, Г.А. ХОСРОВЯН
K.A. MAKSIMOVA, V.I. RONGHIN, G.A. HOSROVYAN

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)
(Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute)
E-mail: ksenia.maksimova@mail.ru

Приведены результаты исследования прочеса нетканого полотна при оснащении чесальной машины автоматическим регулированием питания.

Results of research of a proches of a nonwoven cloth at equipment of the carding machine are given by automatic control of food.

Ключевые слова: чесальная машина, поверхностная плотность, неровнота, автоматическое регулирование питания.

Keywords: a carding machine, area density, not evenness, automatic control of food.

В последнее десятилетие большинство проблем, стоящих перед текстильной отраслью России, возникает по двум главным причинам, тесно связанным между собой: недостаток оборотных средств и слабое развитие технической базы подавляющего большинства предприятий. Проблема технологического перевооружения остается главной "головной болью" и руководства, и трудовых коллективов: лишь новая техника или модернизация может обеспечить повышение производительности труда и качества продукции и снижение себестоимости, что сделает текстиль России конкурентоспособным на внутреннем и внешнем рынках [1], [2].

Если последние годы минувшего века стали для текстильных фабрик зарубежных стран временем систематического обновления совершенным высокопроизводительным оборудованием, внедрением новейшей техники с использованием компьютерных систем, лазерной и других технологий, увеличивающих производительность труда и улучшающих потребительские свойства тканей, то на российских предприятиях такие процессы являлись скорее исключением из общего правила [3].

Отрасль вступила в эпоху рыночных реформ, оснащенной в основном отечественным, мягко говоря, несовременным оборудованием. На сегодняшний день состояние и уровень оборудования остаются на столь же низком уровне, а поскольку за прошедшие годы это оборудование заметно не обновлялось, можно считать, что оно состарилось еще больше.

Производство нетканых материалов является одним из наиболее быстро и стабильно развивающихся секторов текстильной промышленности как в России, так и в мире в целом. Согласно прогнозам, в ближайшем будущем объемы выпуска нетканых материалов ежегодно будут увеличиваться в среднем примерно на 5% и к 2017 г. достигнут уровня в 9 млн. тонн в год (рис. 1 – график роста мировых объе-

мов производства нетканых материалов в 1980-2017 гг.).

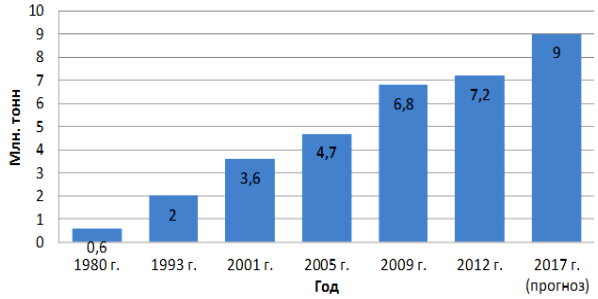


Рис. 1

Это обусловлено некоторым снижением средней поверхностной плотности нетканых материалов, что, в первую очередь, связано с растущим спросом на изготавливаемые из нетканых материалов одноразовые изделия низкой поверхностной плотности различных видов [4].

Для обеспечения минимальной неровноты волокнистых холстов малой поверхностной плотности соответствующие современному уровню развития технического прогресса машины должны быть оснащены высокоточными приводными системами. В частности, большое значение для снижения неровноты имеет регулирование питания чесальных машин.

Целью данной работы является улучшение прочеса на выходе из чесальной машины при снижении показателей поверхностной плотности и неровноты.

Для чесальной машины разработана новая модель привода, которая совместно с электродвигателем образует идеальную систему. Благодаря ей волокнистая масса передается с барабана на барабан более плавно, без наложений, без раздирания полотна, так как за счет встроенного механизма управления частотой вращения не происходит толчков барабанов [5].

Для того чтобы доказать целесообразность установки частотного преобразователя, исследовались два варианта формирования прочеса на чесальных машинах фирмы Befama CU-642:

- контрольный (базовый) вариант – при формировании прочеса на машинах заводской конструкции, запускаемой от асинхронного электродвигателя;

- опытный вариант – при формировании прочеса на чесальной машине, запускаемой при помощи частотного преобразователя [6].

В ходе работы было выявлено влияние частоты вращения барабанов чесальной машины в обоих случаях на поверхностную плотность и неровноту полотна. Частота вращения барабана определялась по формуле:

$$n_б = n_{э.д} \frac{d_1}{d_2} K_c,$$

где $n_{э.д}$ – частота вращения вала электродвигателя; d_1 – диаметр ведущего шкива на валу электродвигателя; d_2 – диаметр ведомого шкива на валу электродвигателя; K_c – коэффициент скольжения ремня плоскоременной передачи (0,98).

При изменении скорости подачи волокнистой массы прочес, снимаемый съемным барабаном с главного, изменяется постепенно с каждым оборотом главного барабана и принимает новое значение, равное скорости подачи волокна. Постепенное изменение скорости подачи волокна обусловливает равномерность [7] выходящего прочеса. Эффективность работы съемного барабана была определена коэффициентом распределения $K_р$ волокнистой массы на съемном барабане чесальной машине по формуле:

$$K_р = \frac{\alpha_c}{\alpha_п + \alpha_o},$$

где α_c – загрузка главного барабана волокнистым материалом, снимаемым съемным барабаном с главного барабана, г/м^2; $\alpha_п$ – загрузка от питания, определяемая массой волокнистого материала, поступающей в машину и приходящейся на 1 м^2 поверхности главного барабана, г/м^2; α_o – остаточная загрузка главного барабана волокнистым материалом, не перешедшим на съемный барабан, г/м^2.

Коэффициент распределения K_p определяет величину остаточной загрузки и характеризует эффект смешивания и выравнивания [8] на чесальной машине. Чем меньше K_p, тем больше остаточная загрузка. Но это увеличивает общую нагрузку на барабан в зоне чесания, что ухудшает качество прочеса. В нашем эксперименте при оснащении чесальной машины частотным преобразователем удалось повысить коэффициент распределения K_p волокнистого материала на съемном барабане и уменьшить остаточную загрузку на главном барабане за счет большего перехода материала на съемный барабан. Также мы увеличили загрузку от питания и тем самым повысили производительность машины, не ухудшая качества прочеса, а улучшая его показатели.

Отсюда следует, что необходимо корректировать коэффициент распределения волокна на барабанах чесальной машины, а сделать это возможно при изменении частоты вращения барабанов и подачи волокна в зону питания. Таким образом, при оснащении чесальной машины частотным преобразователем легче отрегулировать распределение волокна на барабанах чесальной машины без раздирания полотна и пусковых пороков.

В ходе эксперимента был проведен анализ прочеса, полученного на выходе с чесальных машин, и определялись показатели, представленные в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Показатель	Контрольный вариант	Опытный вариант	Изменения, %
1	Поверхностная плотность прочеса со съемного барабана	128,75	107,42	16,6
2	Неровнота прочеса	4,51	3,63	19,5
3	Качество прочеса	27,8	23	17,3

Таким образом, из табл. 1 видно, что показатели поверхностной плотности и неровноты прочеса лучше при выходе с чесальной машины, оснащенной частотными преобразователями.

Эксперимент показал, что система автоматического запуска улучшает показатели качества прочеса. За счет внесения изменений в конструкцию технологического оборудования и варьирования параметров технологического процесса на оборудовании может вырабатываться более ровное полотно, без наложений и без дыр. Также за счет встроенного управления частотой вращения снижены до минимума затраты на техническое обслуживание и время наладки.

ВЫВОДЫ

1. Автоматическое регулирование чесальной машины обеспечивает улучшение качества выпускаемого прочеса, снижение показателей поверхностной плотности и неровноты прочеса.

2. Простое управление автоматической системой запуска предотвращает пусковые пороки, сохраняет качество при останове и повторном пуске машины.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Разумеев К.Э., Павлов Ю.В. и др.* Теоретические основы технологии прядения. – Иваново: ИВГПУ, 2014.
2. *Разумеев К.Э., Павлов Ю.В. и др.* Процессы, технология и оборудование приготовления крученой, фасонной пряжи и ниток. – Иваново: ИВГПУ, 2014.
3. Weltweit wird die Nachfrage bis 2015 jaehrlich um 6,9 % steigen // Allgemeiner Vliesstoff-Report. – 2012. Nr. 2. S. 6.
4. Zwischen Barselona und Mailand – Anlagenhersteller fuer den Wachstumsmarkt Vliesstofe // Machine manufacturers 2013. avr Market over-view. – 2013. S. 4…8.
5. *Максимова К.А., Борисов Р.М., Роньжин В.И.* Исследование влияния автоматически регулируемого привода чесальной машины на качество прочеса // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №6. С. 66…68.
6. Патент на полезную модель № 119747 Российская Федерация. Привод чесальной машины/ Роньжин В.И., Максимова К.А.; приоритет 15.02.2012; зарегистрирован 27.08.2012.

7. *Чистобородов Г.И., Никифорова Е.Н., Сакалов М.А., Роньжин В.И., Аврелькин В.А., Жарова Н.Г.* Анализ распределения удельного давления длинномерного текстильного материала на направляющую поверхность. / Деп. в ООО "Легпроминформ", 04.12.00, № 3970 ЛП.

8. *Роньжин В.И.* Уплотнение и выравнивание полуфабрикатов // Тез. докл. Междунар. научн.-техн. конф.: Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс 2001). – Иваново, 2001. С.531.

R E F E R E N C E S

1. Razumeev K.Je., Pavlov Ju.V. i dr. Teoreticheskie osnovy tehnologii prjadenija. – Ivanovo: IVGPU, 2014.

2. Razumeev K.Je., Pavlov Ju.V. i dr. Processy, tehnologija i oborudovanie prigotovlenija kruchenoj, fasonnoj prjazhi i nitok. – Ivanovo: IVGPU, 2014.

3. Weltweit wird die Nachfrage bis 2015 jaehrlich um 6,9 % steigen // Allgemeiner Vliesstoff-Report. – 2012. Nr. 2. S. 6.

4. Zwischen Barselona und Mailand – Anlagenhersteller fuer den Wachstumsmarkt Vliesstofe // Machine manufacturers 2013. avr Market overview. – 2013. S. 4…8.

5. Maksimova K.A., Borisov R.M., Ron'zhin V.I. Issledovanie vlijanija avtomaticheski reguliruemogo privoda chesal'noj mashiny na kachestvo prochesa // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №6. S. 66…68.

6. Patent na poleznuju model' № 119747 Rossijskaja Federacija. Privod chesal'noj mashiny/ Ron'zhin V.I., Maksimova K.A.; prioritet 15.02.2012; zaregistrirovan 27.08.2012.

7. Chistoborodov G.I., Nikiforova E.N., Sakalov M.A., Ron'zhin V.I., Avrel'kin V.A., Zharova N.G. Analiz raspredelenija udel'nogo davlenija dlinnomernogo tekstil'nogo materiala na napravljajushhuju poverhnost'. / Dep. v OOO "Legprominform", 04.12.00, № 3970 LP.

8. Ron'zhin V.I. Uplotnenie i vyravnivanie polufabrikatov // Tez. dokl. Mezhdunar. nauchn.-tehn. konf.: Sovremennye naukoemkie tehnologii i perspektivnye materialy tekstil'noj i legkoj promyshlennosti (Progress 2001). – Ivanovo, 2001. S.531.

Рекомендована кафедрой бизнеса и финансов. Поступила 29.05.15.

УДК 677.024.1

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОСТРОЕНИЯ ВАФЕЛЬНОГО ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

ALGORITHM OF AUTOMATED CONSTRUCTION OF WAFER INTERLACING WICH ADDITIONAL ELEMENTS

Е.Е. ДЕМИДОВА, Г.И. ТОЛУБЕЕВА
E.E. DEMIDOVA, G.I. TOLUBEEVA

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)
(Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute)
E-mail: tolubeevi@yandex.ru

Разработана блок-схема алгоритма автоматизированного построения вафельных переплетений, полученных на базе уточных или основных саржей главного класса, с размещением в вершинах рельефного элемента дополнительных элементов в виде квадратов из основных или уточных настилов и участков полотняного переплетения.

The block diagram of the automated construction of waffle weave, obtained on the base of the weft or basic main class twill, with placing of additional elements in the form of squares made from warp or weft flooring at the tops of relief element repeat is developed and plain weave plots.

Ключевые слова: блок-схема, автоматизированное построение, матрица, вафельное переплетение, саржа главного класса, ромбовидный рельефный элемент, дополнительный элемент, основной настил, уточный настил, полотняное переплетение.

Keywords: block diagram, automated construction, a matrix, waffle weave, main class twill, diamond-shaped relief element, additional element, warp flooring, weft flooring, plain weave.

Вафельные переплетения, создающие на ткани выразительные рельефные поверхности, используются при проектировании тканей самого различного назначения. В настоящее время вафельные переплетения становятся все более востребованными. Известно множество способов построения вафельных переплетений [1]. При разработке систем автоматизированного проектирования тканей большое внимание уделяется вопросам автоматизированного построения переплетений как классических [2], [3], так и выстраиваемых

по новым методикам [4], [5] и заправочных рисунков тканей [6].

В [2] приводится алгоритм построения классических вафельных переплетений, имеющих ромбовидную или параллелограммовидную форму рельефных фигур. Для построения переплетений необходимо предварительно построить 16 трансформаций полотняного переплетения, поместив их в трехмерный символьный массив, создать схему переплетения в виде двухмерного символьного массива с размером, в два раза меньшим раппорта вафельного переплетения, затем вафельное переплетение представить в виде набора базовых трансформированных раппортов. Данный алгоритм дает возможность получать переплетения с рельефными фигурами двух видов, но несколько громоздок и не позволяет размещать в раппорте дополнительные элементы.

Предлагаем упрощенный алгоритм построения вафельных переплетений с ромбовидным рельефным элементом, позволяющий в вершинах ромбов помещать дополнительные элементы из основных или уточных настилов и участков полотняного переплетения. Блок-схема алгоритма представлена на рис. 1. В памяти ЭВМ переплетение с раппортом по основе RO и раппортом по утку RU рассматривается как двумерная матрица a(RO, RU), заполненная единицами и нулями, соответствующими основным и уточным перекрытиям.

Исходные данные для построения переплетения: раппорт базовой уточной саржи главного класса R, размеры дополнительных участков из основных настилов c и полотняного переплетения b, измеряемые в нитях основы, числа c и b – целые, нечетные.

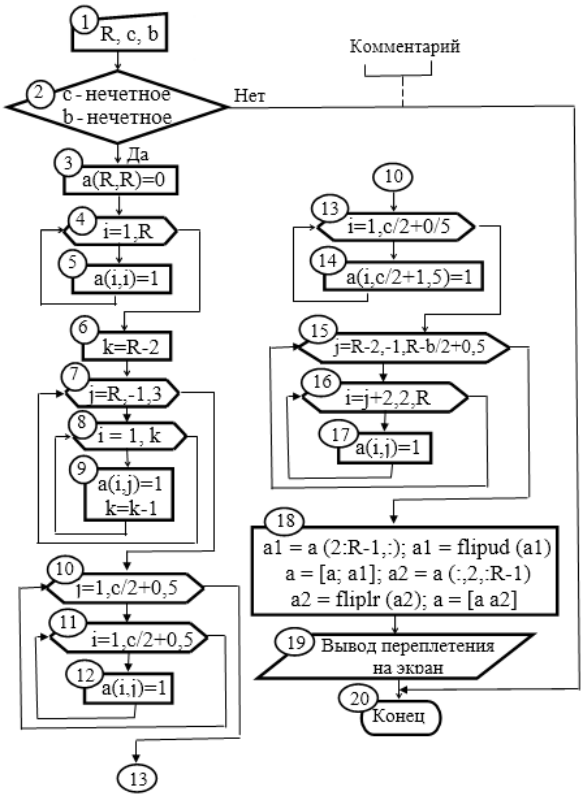


Рис. 1

На рис. 2 представлены этапы построения в памяти ЭВМ вафельного переплетения на базе уточной саржи 1/6 с раппортом R = 7 нитям, с дополнительными элементами из основных настилов длиной c=3 нитям и участков полотна шириной b = 5 нитям.

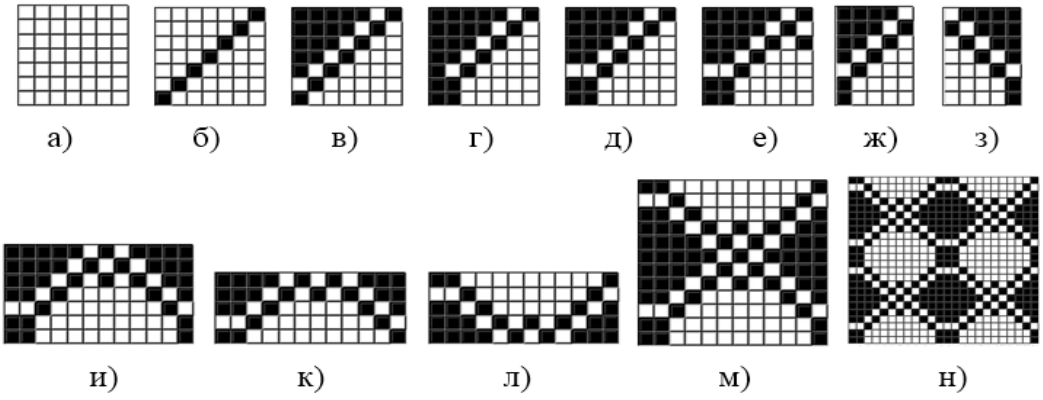


Рис. 2

Вафельное переплетение симметрично по основе и по утку относительно раппорта R базовой саржи, поэтому достаточно выстроить четвертую часть переплетения.

Исходные данные вводятся с клавиатуры (блок 1). Выполняется проверка корректности исходных данных (блок 2), работа программы продолжается, если числа c и b целые нечетные, в противном случае выдается сообщение об ошибке и управление передается главной программе. При корректных исходных данных формируется нулевая матрица начального переплетения (блок 3 и рис. 2-а). Далее с помощью оператора цикла выполняется построение уточной саржи главного класса – главная диагональ нулевой матрицы заполняется единицами (блоки 4, 5 и рис. 2-б). В блоках 7, 8 и 9 производится построчное (по уточным нитям) заполнение левого верхнего угла матрицы основными перекрытиями, начиная с последней уточной нити раппорта. Предварительно рассчитывается номер k конечной основной нити для заполнения (блок 6). В циклах по уточным нитям от R до третьей и основным нитям от первой до k элементам матрицы a(i, j) присваивается значение "1". После завершения внутреннего цикла по основным нитям (блоки 8 и 9) рассчитывается новое значение k (блок 9). Результат работы этого фрагмента программы представлен на рис. 2-в. В блоках 10, 11 и 12 в вершине основного ромба по вертикали наносятся основные перекрытия части квадратного дополнительного элемента из основных настилов с полными размерами c×c перекрытий (рис. 2-г). В блоках 13 и 14 выполняется обрамление участка дополнительного элемента по его верхней границе уточными перекрытиями – элементам матрицы a(i, j) присваивается значение "0" (рис. 2-д). В блоках 15, 16 и 17 в вершине основного ромба по горизонтали в шахматном порядке наносятся основные перекрытия части дополнительного участка полотняного переплетения с полными размерами участка b×b перекрытий (рис. 2-е). В блоке 18 перечислены операторы объектно-ориентированного языка программирования MATLAB® по завершению построения переплетения. Из матрицы a(i, j) выделяется часть матрицы a1(i, j) [7, с. 33] с размерами (R-2)×R, без первого и последнего столбцов (основных нитей) (рис. 2-ж). С помощью функции flipud(a1) [7, с.30] переставляются столбцы матрицы a1(i, j) относительно вертикальной оси (рис. 2-з). Далее производится горизонтальная конкатенация матриц a(i, j) и a1(i, j) [7, с.34], полученная матрица сохраняется под именем a(i, j) с размерами (2R-2)×R (рис. 2-и). Из матрицы a(i, j) выделяется часть матрицы a2(i, j) с размерами (2R-2)×(R-2), без первой и последней строки (уточных нитей) (рис. 2-к). С помощью функции fliplr(a2) [7, с.30] переставляются строки матрицы a2(i, j) относительно горизонтальной оси (рис. 2-л). Производится вертикальная конкатенация матриц a(i, j) и a2(i, j) [7, с.34], результаты построения приведены на рис. 2-м. Полученная матрица сохраняется под именем a(i, j) с размерами (2R-2)×(2R-2). Для наглядности на рис. 2-н показано по два раппорта полученного переплетения по основе и по утку.

По аналогичному алгоритму выстраиваются вафельные переплетения на базе уточных саржей главного класса с дополнительными элементами из уточных настилов, на базе основных саржей главного класса с дополнительными элементами из основных и уточных настилов.

ВЫВОДЫ

Разработано программное обеспечение для автоматизированного построения рассмотренных вафельных переплетений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Демидова Е.Е., Толубеева Г.И.* Систематизация способов построения вафельных переплетений // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, №2. С. 112…116.

2. *Малецкая С.В., Женгурова Е.А.* Алгоритм автоматизированного построения рисунка вафельного переплетения ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, 2012, №1. С.59...63.

3. *Малецкая С.В., Женгурова Е.А.* Автоматизированный метод построения комбинированного вафельного переплетения // Изв. вузов. Технология

текстильной промышленности. – 2012, №3. С. 53...55.

4. *Кольцов С.С., Коробов Н.А., Толубеева Г.И.* Создание на ткани эффекта объемных полос с помощью шашечных переплетений // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №1. С. 56...60.

5. *Николаев С.Д., Малецкий В.В.* Использование ЭВМ при создании новых способов построения комбинированных переплетений // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №3. С. 60...63.

6. *Малецкая С.В., Иващенко Е.П.* Использование трехмерных массивов при автоматизированном построении заправочного рисунка ткани с геометрическими фигурами из разных переплетений // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 1. С. 65...69.

7. *Лазарев Ю.* Моделирование процессов и систем в MATLAB. – СПб.: Питер; Киев: Издательская группа BHV, 2005.

R E F E R E N C E S

1. Demidova E.E., Tolubeeva G.I. Sistematizacija sposobov postroenija vafel'nyh perepletenij // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, №2. S. 112…116.

2. Maleckaja S.V., Zhengurova E.A. Algoritm avtomatizirovannogo postroenija risunka vafel'nogo perepletenija tkani // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti, 2012, №1. S.59...63.

3. Maleckaja S.V., Zhengurova E.A. Avtomatizirovannyj metod postroenija kombinirovannogo vafel'nogo perepletenija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №3. S. 53...55.

4. Kol'cov S.S., Korobov N.A., Tolubeeva G.I. Sozdanie na tkani jeffekta ob"emnyh polos s pomoshh'ju shashechnyh perepletenij // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, №1. S. 56...60.

5. Nikolaev S.D., Maleckij V.V. Ispol'zovanie JeVM pri sozdanii novyh sposobov postroenija kombinirovannyh perepletenij // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №3. S. 60...63.

6. Maleckaja S.V., Ivashhenko E.P. Ispol'zovanie trehmernyh massivov pri avtomatizirovannom postroenii zapravochnogo risunka tkani s geometricheskimi figurami iz raznyh perepletenij // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 1. S. 65...69.

7. Lazarev Ju. Modelirovanie processov i sistem v MATLAB. – SPb.: Piter; Kiev: Izdatel'skaya gruppa BHV, 2005.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных изделий. Поступила 19.05.15.

УДК 677.027.423+677.027.622

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ НА СОСТОЯНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ

RESEARCH OF INFLUENCE OF POLYCARBOXYLIC ACIDS ON A STATE OF CELLULOSE FABRICS

А.Е. ТРЕТЬЯКОВА, В.В. САФОНОВ
A.E. TRETYAKOVA, V.V. SAFONOV

(Московский государственный университет дизайна и технологии)
(Moscow State University of Design and Technology)
E-mail svv@staff.msta.ac.ru

Проблема малосминаемой отделки ассортимента хлопчатобумажных и льняных тканей заключается в обработке N-метилольными производными термореактивных смол, являющимися источниками формальдегида. Нами разработана экологичная бесформальдегидная технология совмещенного крашения и малосминаемой отделки с участием поликарбоновых кислот, обеспечивающими повышение колористических параметров получаемой окраски и ее устойчивости к условиям эксплуатации, увеличение малосминаемости и прочности самого текстильного материала.

The problem of the uncreasable finishing of the range of cotton and linen fabrics consists in processing of N-methylol derivative thermoreactive pitches, the being formaldehyde sources. In this work development of eco-friendly formaldehydefree technology of the combined dyeing and the uncreasable finishing with participation of polycarboxylic acids, providing raised coloristic parameters of the received coloring and its resistance to service conditions, increase in a creaseresistance and durability of the most textile material is made.

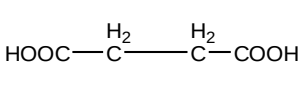
Ключевые слова: бесформальдегидная малосминаемая отделка, крашение, целлюлоза, хлопок, лен, водорастворимые красители.

Keywords: the formaldehydefree uncreasable finishing, dyeing, cellulose, cotton, flax, water-soluble dyes.

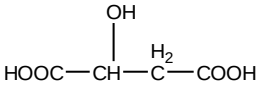
Традиционно применяемые в малосминаемой отделке N-метилольные производные мочевины, меламина, циклических этилен- и пропиленмочевины, дигидроксиэтиленмочевины, триазона, урона, алкилкарбаматов и другие являются источниками канцерогенного формальдегида, кроме того, в жестких условиях термообработки в процессе полимеризации/поликонденсации этих производных происходит большая потеря прочности ткани.

Существует ряд разработок, способствующих исключению формальдегида: выпуск смесового ассортимента, который уступает по гигиеническим показателям; использование дорогостоящих кремнийорганических латексов, достаточно дефицитных на сегодняшний день. В результате поиска химических препаратов, обеспечивающих устойчивость к смятию и максимально сохраняющих свойства волокнообразующего полимера природного происхождения, а также обеспечивающих относительную экологичность технологии, предлагаются различные технологии [1…3]. Наибольшее внимание в качестве препаратов для малосминаемой отделки хлопчатобумажных тканей получили относительно дешевые и доступные поликарбоновые кислоты (ПК), обладающие комплексообразующими свойствами по отношению к волокну, в частности, к целлюлозе. Предполагается, что малосминаемый эффект достигается за счет образования сложных эфирных "мостиков" между карбоксильной группой кислоты и гидроксильной группой целлюлозы, что приводит к созданию трехмерной сшитой упругой структуры, устойчивой к смятию, причем изменение структуры волокна может влиять и на сорбционные, и на фиксирующие свойства волокна [4…7].

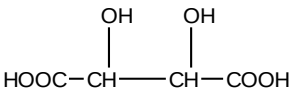
Авторами настоящей работы использован инновационный подход к отделке льна с точки зрения крашения, в связи с чем предложено расширить спектр исследуемых ПК, в качестве которых представлялось интересным использовать дешевые, доступные и относительно экологически безопасные кислоты:



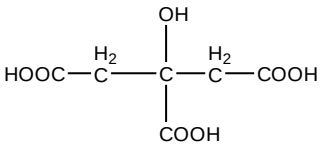
Янтарная кислота



Яблочная кислота



Винная кислота



Лимонная кислота

Чтобы активизировать процесс "сшивки" ПК с целлюлозой, необходимо использовать катализаторы этерификации – соли с кислой реакцией. Кроме того, базируясь на технологии термофиксационного способа, в рецептуру вводилась мочевина, исполняющая роль жидкой среды. Крашение хлопчатобумажной бязи арт. 262 проводили прямыми красителями из группы светопрочных: прямой голубой светопрочный и прямой зеленый светопрочный.

Введение ПК в красильную ванну позволяет повысить накрашиваемость хлопчатобумажной бязи прямым голубым светопрочным в интервале 350...455% и прямым зеленым светопрочным в пределах 47...160% при введении добавок ПК и катализаторов в интервале 10...15 г/л, причем максимальная эффективность достигнута при участии NaH_2PO_4 в случае прямого голубого светопрочного и $(NH_4)_2SO_4$ – в красильной ванне прямого зеленого светопрочного. Следует отметить, что в случае прямого голубого светопрочного наблюдается отсутствие явного преимущества использования катализатора или ПК, так как повышение накрашиваемости во всех случаях лежит в области 250...455%.

Оценка степени устойчивости льняной ткани к смятию проводилась путем соотношения угла раскрытия окрашенного в присутствии ПК образца к окрашенному в стандартных условиях эталону. Для более детального и обоснованного анализа влияния природы кислоты и катализатора на устойчивость к смятию ткани, окрашенной прямыми красителями, использовался срез концентрационных зависимостей (15 г/л) в

виде гистограмм. При крашении хлопка прямым голубым светопрочным (рис. 1) эффект малосминаемости повышается на 12...22%, причем наиболее результативной является яблочная кислота при участии катализаторов $MgCl_2$ или NaH_2PO_4. В случае прямого зеленого светопрочного (рис. 1) эффекта малосминаемости на 12…38% можно достичь более широким набором ПК – при введении винной, яблочной и лимонной кислот.

На рис. 1 представлен анализ влияния природы катализаторов на устойчивость к смятию хлопчатобумажной ткани, окрашенной прямым зеленым светопрочным в присутствии ПК (ВК – винная, ЯК – яблочная, ЛК – лимонная, ЯнК – янтарная).

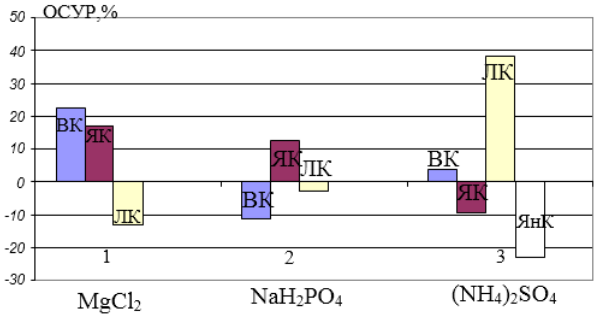


Рис. 1

В случае возрастания малосминаемости можно предположить, что в результате этерификации целлюлозы повышается упругость ее структуры, а при отрицательных результатах, по-видимому, происходит изменение жесткости материала, влекущего за собой снижение раскрытия угла складки после снятия нагрузки.

Установлено, что внесение добавок при крашении хлопка прямым голубым светопрочным или зеленым светопрочным способствует значительному повышению жесткости на 17…91%, причем можно отметить корреляцию между снижением устойчивости к смятию и повышением жесткости.

При снижении или незначительных колебаниях жесткости хлопчатобумажной ткани, окрашенной прямыми красителями в присутствии системы ПК – катализатор, происходит повышение малосминаемого эффекта, то есть в большинстве случаев образуется мягкий эластичный гриф.

Поскольку происходит образование эфирных "мостиков", обеспечивающие упругие или жесткие деформации макромолекул волокна, то предполагаемая "сшивка" макромолекул целлюлозы под действием ПК, очевидно, должна сопровождаться увеличением молекулярной массы, а следовательно, и повышением прочности волокна. Чтобы обосновать выдвинутое предположение, проведена оценка степени разрушения модели целлюлозного волокна – гидратцеллюлозного (вискозного), более химически активного к действию как ПК, так и деструктивных процессов. Это вызвано тем, что вискозное волокно обладает более рыхлой и соответственно доступной структурой для различных химических реагентов. Такая модель целлюлозы позволяет более точно проанализировать полученные результаты, которые можно спрогнозировать для других целлюлозосодержащих волокон.

На вискозном волокне, ввиду его особенности строения, происходит более сильное повышение накрашиваемости по сравнению с хлопковым волокном, то есть интенсивность окраски повышается с 47...160% до 200...810%, при этом эффективность ПК различна (рис. 2 – влияние поликарбоновых кислот на накрашиваемость вискозной ткани прямым зеленым светопрочным (катализатор - $(NH_4)_2SO_4$): 1 – винная кислота; 2 – яблочная кислота; 3 – лимонная кислота; 4 – янтарная кислота).

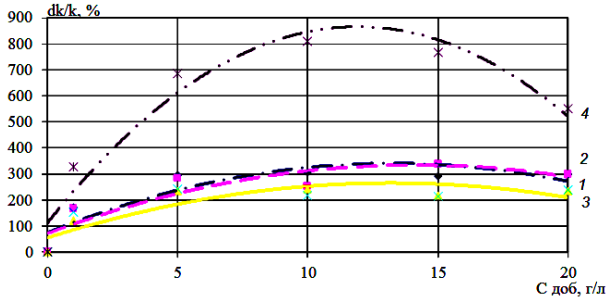


Рис. 2

Для хлопка получается следующий ряд кислот, повышающий накрашиваемость: ЯК < ВК < ЯнК << ЛК < ВгК, в случае

гидратцеллюлозного волокна: ВгК ≈ ЛК < ВК≈ ЯК<<ЯнК. Таким образом, природа волокна, точнее его надмолекулярная структура, доля кристаллических областей (доступность внутренней структуры волокна для реагентов) играет определенную роль в процессах этерификации ПК.

Методически анализ потери массы проводили следующим образом: образцы исследуемых целлюлозных волокон растворяли в 10%-ном растворе NaOH в течение 30 мин, затем высушивали до постоянной массы и на аналитических весах определяли их массу; по разнице между массой до растворения и после определяли процент потери массы. Процент потери массы рассчитывали по следующей формуле:

$$dP, \% = \frac{m_{исх} - m_{кон}}{m_{исх}} 100\%.$$

В качестве испытуемых образцов взяты те, которые охарактеризованы высокими показателями накрашиваемости: прямой голубой светопрочный ПК – NaH_2PO_4; прямой зеленый светопрочный ПК – $(NH_4)_2SO_4$.

Установлено, что неокрашенное вискозное волокно после обработки теряет приблизительно 17% от своей массы, а эталонный образец, окрашенный прямым голубым светопрочным – 24%, при крашении прямым зеленым светопрочным – 21%. Таким образом, можно отметить, что процесс крашения сам по себе является деструктивным для структуры гидратцеллюлозного волокна.

При введении системы ПК – катализатор происходящие разрушительные процессы не превышают показатель прочности более чем на 3...13%, соответствующий эталонному образцу, окрашенному как прямым голубым светопрочным (рис. 3 – влияние поликарбоновых кислот на потерю массы вискозной ткани, окрашенной прямым голубым светопрочным (катализатор – NaH_2PO_4): 1 – винная кислота; 2 – яблочная кислота; 3 – лимонная кислота; 4 – янтарная кислота), так и прямым зеленым светопрочным. Причем превышающий показатель приходится главным образом на действие яблочной кислоты. Возможно, это связано с условиями этерификации целлюлозы, поскольку практически во всех случаях яблочной кислоты обеспечивается малосминаемость с более повышенной относительно остальных жесткостью – образовавшаяся структура становится более хрупкой именно из-за снижения гибкости макромолекул целлюлозы.

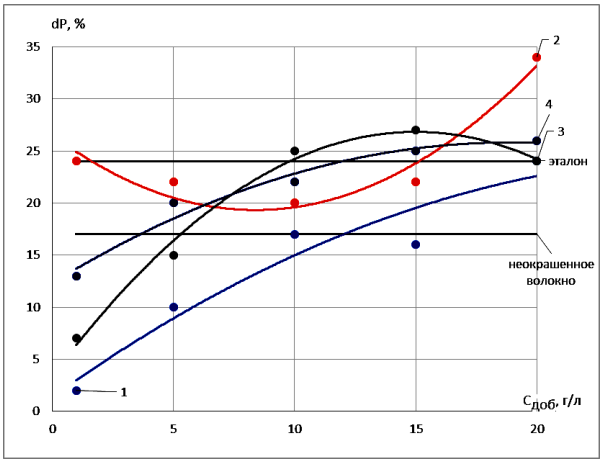


Рис. 3

Упрочнение гидратцеллюлозы в ряде случаев на 13...15% относительно окрашенных эталонов, что наиболее выражено в случаях винной, янтарной и лимонной кислот в области небольших концентраций 1...5 г/л, очевидно, подтверждают межмолекулярную "сшивку" путем этерификации целлюлозы. Сопоставление результатов с показателями воздействия разрывной нагрузки показало, что наблюдается тенденция упрочнения хлопчатобумажной ткани примерно в 1,2...2 раза в случае использования ПК, и особенно это выражено при введении винной кислоты.

Таким образом, сопоставление результатов потери массы вискозного волокна и данных разрывной нагрузки позволяет подтвердить упрочнение структуры волокна за счет "сшивки" эфирными мостиками макромолекул целлюлозы.

Поскольку основным недостатком прямых красителей является их низкая устойчивость к мокрым обработкам, необходима дополнительная операция закрепления окраски. Следует отметить, что окраска,

полученная на вискозном волокне, более устойчива по сравнению с аналогичной окраской хлопчатобумажной ткани. По-видимому, это связано с повышенной химической активностью гидратцеллюлозы, то есть предполагаемая этерификация вискозного волокна проходит в бóльшей степени, обеспечивая тем самым прочность окраски к внешним воздействиям, в частности, к стиркам и мокрому трению. Образующаяся эфирными связями пространственная межмолекулярная сетка создает стехиометрические препятствия для десорбции красителя с волокна и, как следствие этого, повышается устойчивость окраски к мокрым обработкам на 0,5...2 балла.

Серия экспериментов проводилась и с другим целлюлозосодержащим волокном – льном. Главная особенность льна – наличие толстых стенок элементарного волокна, причем внешние слои имеют повреждения, связанные с производственными процессами, кроме того, элементарные волокна скреплены срединными пластинками, отвечающими за прочность технического волокна.

При крашении льняной ткани арт. 04252 прямыми красителями отмечается высокая эффективность применения ПК в целях повышения накрашиваемости на 47...210%.

Анализ малосминаемых свойств льняной ткани показал, что при крашении прямым зеленым светопрочным устойчивость к смятию возрастает на 10...20%. Также прослеживается тенденция увеличения показателя малосминаемости по мере повышения содержания этерифицирующих агентов в красильной технологической ванне. С позиции катализатора отмечается эффективность действия хлористого магния в случае яблочной (10...14%) и лимонной (13...20%) кислот. При крашении льняных образцов прямым голубым светопрочным, напротив, присутствует тенденция к снижению устойчивости к смятию до -40%. Положительный результат наблюдается при использовании лимонной кислоты (10%).

Поскольку свойства малосминаемости связаны с показателями жесткости ткани, которую определяли консольным методом, то определено, что в случае крашения образцов льняной ткани повышенная малосминаемость сопровождается снижением жесткости, например, с 3490 до 1500 мкН·см^2 (прямой зеленый светопрочный). Это позволяет сделать предположение о повышении эластичности и упругости ткани. Есть случаи одновременного повышения малосминаемости и жесткости (в пределах 3410…3680 мкН·см^2), например, при введении яблочной или лимонной кислоты и металлосодержащего катализатора.

Малосминаемость льняной ткани чаще сопровождается повышением жесткости, случаи получения мягкого грифа позволяют обеспечить ткани повышенную эластичность и упругость. Следует отметить, что по сравнению с хлопковой целлюлозой льняная целлюлоза под действием ПК приобретает бóльшую жесткость в процессе этерификации. Очевидно, это связано с особенностью строения льняной целлюлозы, обладающей почти трехкратным преимуществом по молекулярной массе и физико-механическим свойствам. Кроме того, можно предположить, что повышение жесткости ткани происходит в результате "сшивки" сдвигов или надломов поверхностных слоев элементарных льняных волокон, которые образуются в производственных процессах с момента снятия стебля льна. Это вытекает из той особенности льняного волокна, которая связана с бóльшей толщиной наружных стенок, затрудняющих диффузию реагентов, в том числе и ПК, красителей. По-видимому, основная часть ПК задерживается в поверхностных слоях, "сшивая" трещины и заломы и усиливая тем самым жесткость материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Шубина В.В., Павутницкий В.В.* Применение пены при малосминаемой отделке тканей многоосновными карбоновыми кислотами // Текстильная промышленность. – 2007, №8. С. 30...34.

2. *Захарченко А.С., Меленчук Е.В., Козлова О.В.* Эффективная технология совмещенного крашения и отделки текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №6. С. 41...45.

3. *Бордачева А.А., Аксенова И.В., Чаленко Е.А., Галаян А.В.* Исследование ассортимента и классификация материалов для изготовления женских бельевых изделий // Дизайн и технологии. – 2014, №39. С. 34...40.

4. *Gillingham E.L., Lewis D.M.* // Textile Res. – J./69(12), 1999. P. 949...955.

5. Патент №2294415 РФ. Способ совмещенного крашения хлопчатобумажных тканей с малосминаемой бесформальдегидной отделкой / Сафонов В.В., Третьякова А.Е., Авдеев А.В. зарегистрирован 27.02.2007.

6. *Safonov V.V., Tretyakova A.E.* Combined dyeing technology for formaldehydefree and low-shrinkable finishing of linen and silk fabrics//Textile Industry Technology. – 2011, №7(336). P.92...95.

7. *Третьякова А.Е., Сафонов В.В., Молчанова Е.В.* Синергетический эффект в процессах малосминаемой отделки льна в присутствии поликарбоновых кислот // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №5. С. 56...60.

R E F E R E N C E S

1. Shubina V.V., Pavutnickij V.V. Primenenie peny pri malosminaemoj otdelke tkanej mnogoosnovnymi karbonovymi kislotami // Tekstil'naja promyshlennost'. – 2007, №8. S. 30...34.

2. Zaharchenko A.S., Melenchuk E.V., Kozlova O.V. Jeffektivnaja tehnologija sovmeshhennogo krashenija i otdelki tekstil'nyh materialov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2010, №6. S. 41...45.

3. Bordacheva A.A., Aksenova I.V., Chalenko E.A., Galajan A.V. Issledovanie assortimenta i klassifikacija materialov dlja izgotovlenija zhenskih bel'evyh izdelij // Dizajn i tehnologii. – 2014, №39. S.34...40.

4. Gillingham E.L., Lewis D.M. // Textile Res. – J./69(12), 1999. P. 949...955.

5. Patent №2294415 RF. Sposob sovmeshhennogo krashenija hlopchatobumazhnyh tkanej s malosminaemoj besformal'degidnoj otdelkoj / Safonov V.V., Tret'jakova A.E., Avdeev A.V. zaregistrirovan 27.02.2007.

6. Safonov V.V., Tretyakova A.E. Combined dyeing technology for formaldehydefree and low-shrinkable finishing of linen and silk fabrics//Textile Industry Technology. – 2011, №7(336). P.92...95.

7. Tret'jakova A.E., Safonov V.V., Molchanova E.V. Sinergeticheskij jeffekt v processah malosminaemoj otdelki l'na v prisutstvii polikarbonovyh kislot // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №5. S. 56...60.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 27.04.16.

УДК 677.08.021.16/022

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕГЕНЕРАЦИИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ВОЛОКОН ИЗ ОТХОДОВ В ВИДЕ ЛОСКУТА

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF REGENERATION OF TEXTILE FIBERS FROM WASTE IN THE FORM OF A FLAP

И.В. ФРОЛОВА, Н.С. ИШАНОВА
I.V. FROLOVA, N.S. ISHANOVA

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: trik5218@yandex.ru

В мировой практике большое значение уделяется вопросам переработки текстильных отходов, их дальнейшего использования для получения товаров народного потребления и улучшения качества продукции. Малоотходные технологии позволяют сохранить натуральное сырье и снизить себестоимость выпускаемой продукции.

In world practice, great importance is placed on recycling of textile waste and their further use to obtain consumer goods and improving product quality. Low-waste technologies allow to save natural raw materials and reduce production costs.

Ключевые слова: переработка текстильных отходов (лоскут), улучшение качественных показателей регенерированных волокон, эффективность.

Keywords: recycling of textile fibers (flap), improve the quality of regenerated fibers, the effectiveness.

В настоящее время проблема создания новых и более эффективных технологий по переработке текстильных отходов с получением регенерированных волокон является одной из важнейших экономических и экологических задач. Малоотходные, ресурсосберегающие технологии позволяют сохранить дорогостоящее натуральное сырье, экологию окружающей среды (ранее отходы сжигались) и снизить себестоимость выпускаемой продукции.

В условиях производства на авторской поточной линии для регенерации волокон из лоскута и их рассортировки по длинам (рис. 1-а,б,в,г) были получены регенерированные волокна из отходов в виде хлопчатобумажного лоскута.

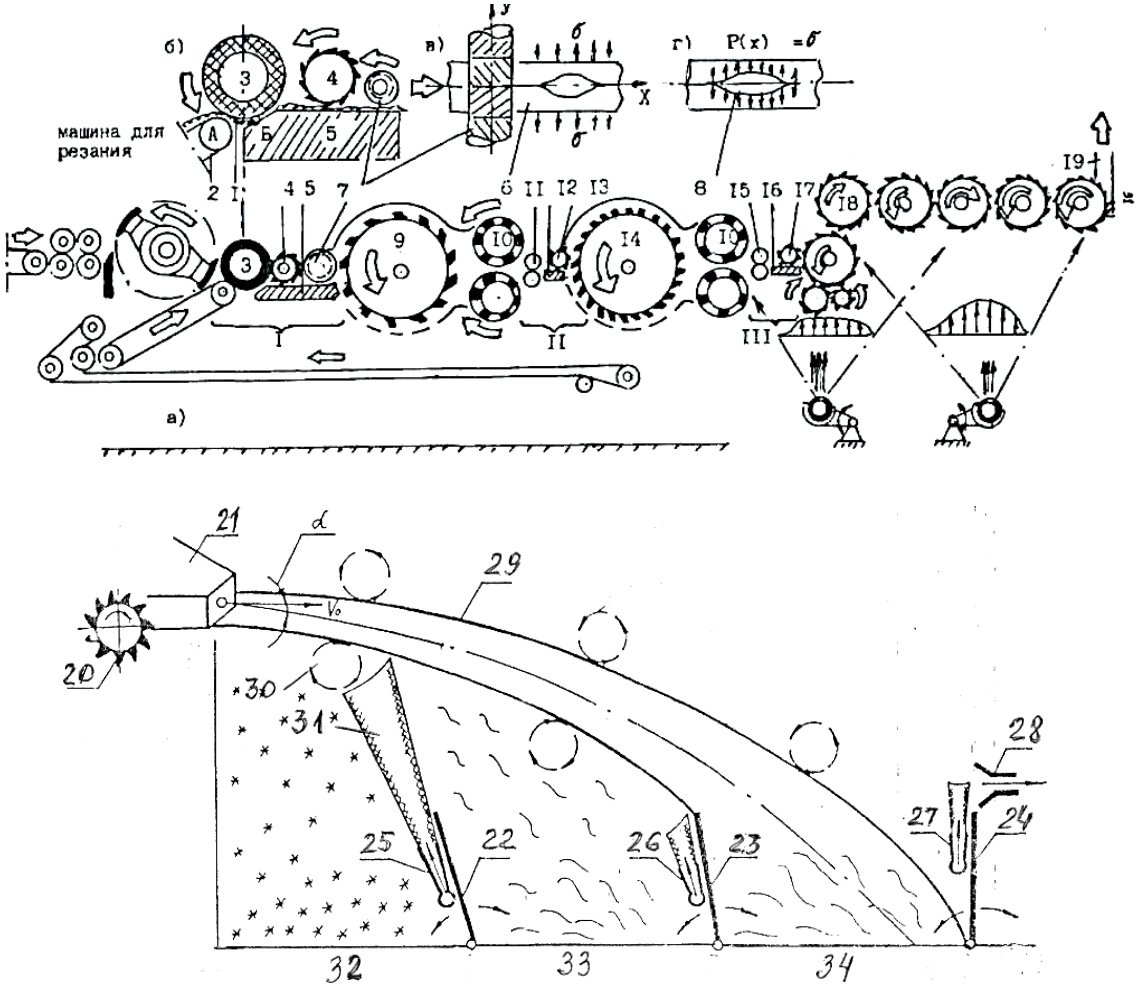


Рис. 1

Поточная линия работает следующим образом: лоскут подается под нож резательной машины, где разрезается на отдельные полоски, которые по транспортеру 2 поступают в узел питания I под обрезиненный валик 3 и прижимаются им к подвижной поверхности транспортера 2 (зона А) и неподвижной поверхности питающего столика 5 (зона Б). Дуга обхвата между зонами А, Б регулируется. Валик 4, обтянутый гарнитурой, имеет скорость большую, чем обрезиненный валик 3, он делает надрезы 6 в полосках текстильного материала, затем валиком 7, с посекционной винтовой нарезкой, осуществляется ослабление текстильного материала по конечным частям надрезов 8. Дальнейшее эффективное разволокнение производится пильчатым барабаном 9 с последующим формированием остатков на конденсорах 10 в слой, поступающий в зоны зажима съемных цилиндров 11, питающего столика 12 и цилиндра 13 (узел питания II) для повторного разволокнения пильчатым барабаном 14, с более мелкими зубьями, чем у барабана 9, и формированием в слой на конденсорах 10. Далее сформированный слой попадает в узел питания III со съемными цилиндрами 15, питающим 17 и питающим столиком 16, затем окончательно разволокняется расчесывающими барабанами 18. Ранее процесс регенерации рассматривался в [1], [2].

Эффект регенерации и основные характеристики регенерированных волокон, полученных перед их рассортировкой, пред-

ставлены в табл. 1 и на рис. 2. Анализ данных табл.1 показывает, что трудно идет регенерация волокон из тонкого лоскута, так как выход чистого регенерированного волокна составляет лишь 26,4%. Волокна с полученной длиной 9,9 мм пригодны только для изготовления ваты и нетканых материалов. Наилучший выход волокон – из среднего и тяжелого лоскутов, а по характеристикам длин они соответствуют данным сертификата "Вата-прима" 1-2 сортов, для получения пряжи средних, низких номеров и марлевых изделий, бинтов краткосрочного использования. На рис. 2 изображены кривые распределения по разрывной нагрузке хлопковых волокон 1, V сортов и регенерированных – из лоскута образцов № 1,2,3. Совмещение площади под кривыми распределения по разрывной нагрузке хлопковых волокон V сорта и регенерированных совпадают на 95 %, следовательно, по прочности одиночные волокна хлопка V сорта и регенерированные равноценны.

Таблица 1

№ п/п	Наименование характеристики	Легкий лоскут образец № 1 (лоскут из тонкой гребенной пряжи № 65 и выше)	Средний лоскут образец № 2 (волокно из лоскута, тканей среднего веса 1 м^2)	Тяжелый лоскут образец № 3 (лоскут из тканей типа диагонали, для спецодежды)
1	Выход чистого волокна, %	26,4	67,28	70,6
2	Средняя длина волокна в распрямленном виде, мм	9,9	13,6	14,1
3	Коэффициент вариации по средней длине волокна, %	30,2	38	38,4
4	Сортность волокон по разрывной нагрузке	V	V	V

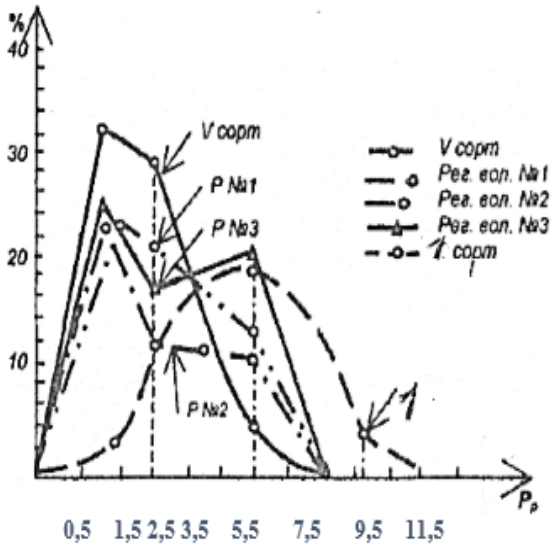


Рис. 2

Исследования основной характеристики волокон по длине и обработку результатов проводили на системе приборов фирмы Пейер (Швейцария) в автоматическом режиме и по программе фирмы-производителя в соответствии с международными стандартами ISO. Разрывную нагрузку одиночных регенерированных волокон измеряли на отечественном приборе УМИВ -3. Достоверность результатов составляет 95%.

Для регенерированных волокон, в связи с разнородностью длин и разрывных нагрузок, требуется дополнительная операция – рассортировка их по длинам. С этой целью в поточной линии применяется узел аэродинамической рассортировки волокон по длинам рис. 1 [3]. Как показали экспериментальные исследования, рассортировка регенерированных волокон дает управляемые стабильные характеристики и возможность наиболее экономично вкладывать прядомое волокно в более дорогие и качественные изделия (табл. 2).

Таблица 2

1. Узел рассортировки регенерированных волокон поточной линии	Секция 32	Секция 33	Секция 34
2. Рассортировка регенерированных волокон по длинам, %:	комплексы из волокон:	поврежденные, короткие, волокна l < 15 мм:	прядомые волокна l > 15мм:
- при переработке легкого лоскута	70	10,6	19,4
- при переработке среднего лоскута	32,72	21,18	46,1
- при переработке тяжелого лоскута	26,20	17,6	56,2

В поточной линии переход полученных регенерированных волокон для дальнейшей их рассортировки осуществляется следующим образом: с последнего барабана 19 они переходят на зубья вращающегося барабана 20, где под действием центробежных сил отделяются и вместе с воздушным потоком поступают в открытое сопло 21. Затем волокнисто-воздушная струя 29 распространяется в узле аэродинамической рассортировки регенерированных волокон. Данное устройство имеет три секции 32, 33, 34 с ограничительными плоскими стенками 22, 23, 24, на которых смонтированы аэродинамические сопла поддува 25, 26, 27 и сопло отсоса 28. Секция 32 предназначена для осаждения коротких волокон и остаточных комплексов из волокон, секция 33 – для волокон средней длины и секция 34 – для осаждения длинных волокон (табл.2). Осаждение и концентрация волокон с определенными свойствами по секциям, а также удержание волокнисто-воздушной струи 29, с параллельными вихревыми шнурами 30 в стабильном положении, осуществляется плоскими стенками 22, 23, 24 с соплами поддува 25, 26, 27 (их положение регулируется поворотом данных ограничительных стенок) и величиной (давлением) струи сопла. Короткие волокна и волокна средней длины (менее 15 мм) идут для изготовления нетканых, композиционных материалов и марлевых изделий кратковременного использования, а длинные регенерированные волокна – с целью производства пряжи для трикотажа и ткачества (табл. 2).

ВЫВОДЫ

1. В технологическом процессе при переработке отходов в виде лоскута необходим универсальный способ одновременной очистки и рассортировки регенерированных волокон по физико-механическим свойствам для более эффективного их использования в качестве прядомого волокна и расширения ассортимента текстильных изделий.

2. Усовершенствованная поточная линия для регенерации волокон из текстильных отходов позволяет повысить процент выхода регенерированного прядомого волокна, особенно из среднего и тяжелого лоскутов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Фролов В.Д., Фролова И.В., Швидкый С.П., Капустин С.Ю.* Эффективность регенерации текстильных отходов при использовании технологий с дополнительными ограничительными условиями // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. –2009, № 2.

2. *Швидкый С.П.* Исследование динамики процесса разволокнения отрезков ткани между двумя пильчатыми поверхностями // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 4.

3. Полезная модель № 14736 Российская Федерация, U1 D01H 7/92. Устройство для аэромеханической рассортировки волокон / Фролова И.В., Кахраманов Ф.Р., Максимовская Т.Ю., Чистобородова Н.Г.; заявитель и патентообладатель Ивановская государственная текстильная академия – № 2000102175; заявл. 26.01.2000; опубл. 20.08.2000, Бюл. № 23.

REFERENCES

1. Frolov V.D., Frolova I.V., Shvidkyj S.P., Kapustin S.Ju. Jeffektivnost' regeneracii tekstil'nyh othodov pri ispol'zovanii tehnologij s dopolnitel'nymi ogranichitel'nymi uslovijami // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. –2009, № 2.

2. Shvidkyj S.P. Issledovanie dinamiki proessa razvoloknenija otrezkov tkani mezhdu dvumja pil'chatymi poverhnostjami // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, № 4.

3. Poleznaja model' № 14736 Rossijskaja Federacija, U1 D01H 7/92. Ustrojstvo dlja ajeromehanicheskoj rassortirovki volokon / Frolova I.V., Kahramanov F.R., Maksimovskaja T.Ju., Chistoborodova N.G.; zajavitel' i patentoobladatel' Ivanovskaja gosudarstvennaja tekstil'naja akademija – № 2000102175; zajavl. 26.01.2000; opubl. 20.08.2000, Bjul. № 23.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных изделий. Поступила 17.02.16.

УДК 677.075

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ НИТИ В ПЕТЛЕ ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА ПО ЕГО ЦИФРОВОМУ ИЗОБРАЖЕНИЮ НА ОСНОВЕ ТРЕХМЕРНОГО СПЛАЙНА

THE METHOD OF DETERMINING THE THREAD LENGTH IN THE LOOP KNITTED FABRICS BASED ON CUBIC SPLINE

Л.А. ШИРИНА, И.В. ЗЕМЛЯКОВА, И.Л. ВЕРНЯЕВА, И.А. КОРЖЕВА
L.A. SHIRINA, I.V. ZEMLYAKOVA, I.L. VERNYAEVA, I.A. KORZHEVA

(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: math@kstu.edu.ru

Предложена методика определения средней длины нити в петле трикотажного полотна кулирного переплетения по цифровому изображению, основанная на плоской и пространственной моделях петли, в которых осевая линия нити петли описывается сплайном. Проведен сравнительный анализ средних длин нити в петле трикотажного полотна, полученных по плоской модели, по пространственной модели и роспуском.

The technique of definition of average thread length in the filling knit loop of knitted fabrics was proposed. The average thread length was determined using digital image recognition techniques. The technique is based on a mathematical description of a thread which axial line describes by a cubic spline. Was proposed method of determining the average loop thread length of the knitted fabrics by digital image for different fabrics thickness. A comparative analysis of mean loop thread length of knitted fabrics was performed. Results have been obtained for planar model, spatial model and disassembling the fabrics.

Ключевые слова: трикотажные полотна, кулирное переплетение, математическое описание, интерполяционный полином, кусочно-кубический сплайн, узлы интерполяции, осевая линия нити, длина нити в петле, плоская модель, пространственная модель.

Keywords: knitted fabrics, plain stitch, mathematical model, polynomial interpolation, piecewise cubic spline, thread axis line.

Существующие инструментальные методы (ГОСТ 8846–87) [1] определения геометрических параметров, в частности длины нити в петле, трудоемки, дают приближенный результат, что неприемлемо для технического трикотажа специального назначения. Кроме того, эти методы не позволяют вести текущий контроль структуры трикотажа. Поэтому разработка и применение неразрушающих методов определения параметров текстильных материалов, и в частности трикотажных полотен [2], являются весьма актуальными.

В настоящей работе представлена методика определения длины нити в петле на основе кусочно-кубического сплайна. Осевая линия нити в петле трикотажного полотна описывается интерполяционным полиномом по 16 узлам интерполяции. С помощью описания осевой линии интерполяционным многочленом можно определить длину нити в петле неразрушающим способом по цифровому изображению трикотажного полотна [3] (рис. 1 – шестнадцать узлов интерполяции).

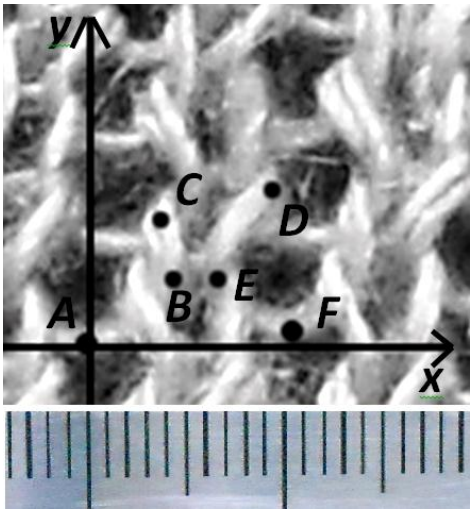


Рис. 1

Ранее была обоснована возможность применения такого математического описания для определения длины нити в петле трикотажа любого кулирного переплетения и определены условия, при которых для расчета длины нити в петле можно использовать плоскую математическую модель петли [4].

Для трикотажа с большой толщиной расчет длины нити в петле по плоской математической модели приводит к значительным отклонениям расчетной длины нити от фактической, поэтому необходимо применять пространственную модель петли. В этом случае кроме абсцисс и ординат всех узлов интерполяции, полученных для плоской модели, задаем аппликату, используя условный диаметр нити. Входными параметрами модели петли в пространстве являются координаты шестнадцати узлов интерполяции в прямоугольной декартовой системе координат в пространстве Oxyz. С помощью трехмерного сплайна описывается осевая линия петли трикотажного полотна переплетения гладь [5].

Двумерные координаты всех узлов интерполяции можно получить по цифровому изображению образца трикотажного полотна. Для получения цифрового изображения размером 15×15 см или 5×5 см нами разработана установка, представляющая собой непрозрачный бокс с полупрозрачным квадратным окном площадью 125 $см^2$; внутри бокса установлен люминесцентный источник света с цветовой температурой 4200 К; внутренняя поверхность бокса покрыта светоотражающим материалом. Образец трикотажного полотна помещается на окно бокса. С помощью цифрового фотоаппарата любой модели получаем изображение образца с четкими контрастными границами исследуемой области. Изображение кадрируется по краям исследуемой области и конвертируется в файл с расширением jpg.

На основании разработанных плоской и пространственной математических моделей петли трикотажного полотна кулирного переплетения предложена методика определения длины нити в петле трикотажного полотна по цифровому изображению, которая включает следующие этапы:

1) получение четкого цифрового изображения трикотажного полотна необходимого размера;

2) нахождение двумерных координат 16 узлов интерполяции для каждой петли образца по цифровому изображению три-

котажного полотна любого кулирного переплетения;

3) получение пространственных координат 16 узлов интерполяции для каждой петли образца с учетом толщины трикотажа;

4) описание осевой линии каждой петли образца трикотажного полотна с помощью трехмерного сплайна и получение на основе этого длины нити во всех петлях образца;

5) вычисление средней длины нити в петле для рассматриваемого образца трикотажного полотна.

Для автоматизированного определения длины нити в петле трикотажного полотна разработана компьютерная программа в среде программирования Borland Delphi 7.0. Входными данными компьютерной программы является текстовый файл с трехмерными координатами узлов интерполяции всех петель образца трикотажного полотна. Эти координаты можно получить, имея: цифровое изображение трикотажного полотна (файл с расширением .jpg .png .bmp), размер образца (длина стороны квадрата) трикотажного полотна, см, линейную плотность нити, текс [5]. Выходными данными программы являются: средняя длина нити в петле для рассматриваемого образца без учета толщины трикотажа, мм; средняя длина нити в петле для рассматриваемого образца с учетом толщины трикотажа, мм (рис. 2 – фрагмент работы программы).

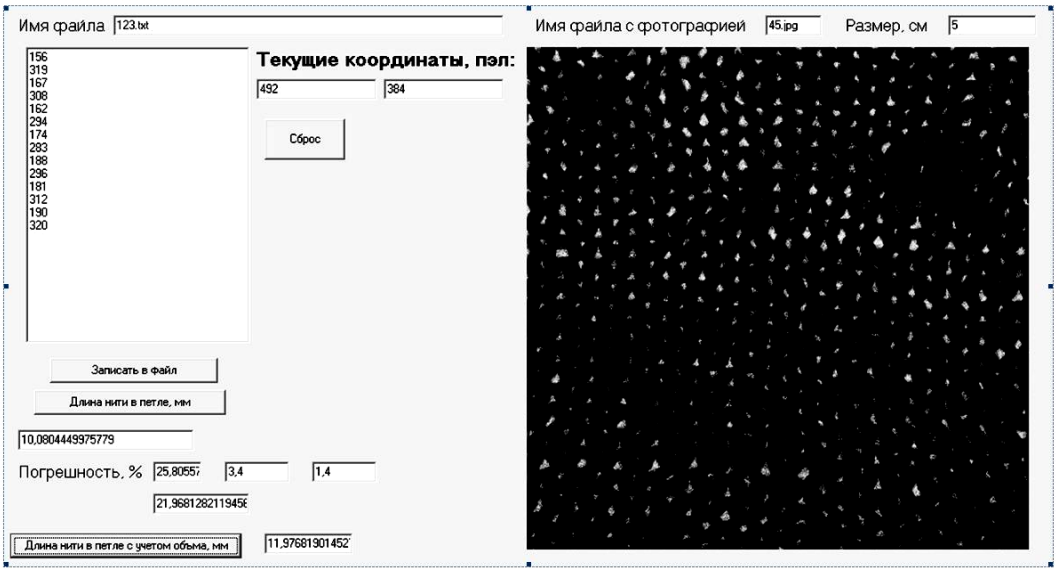
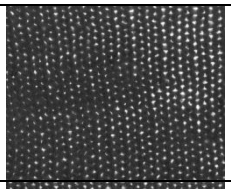
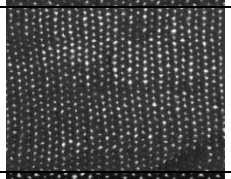
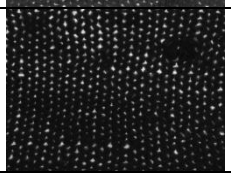


Рис. 2

Определение длины нити в петле по предложенной методике проводили на трикотажном полотне переплетения гладь из шерстяных нитей. Наработка трикотажного полотна осуществлялась в лаборатории КГТУ на плоскофанговом полуавтомате ПВПМ-80 5 класса. Линейная плотность нити T=102×2 текс. Для каждого из трех образцов размером 5×5 см^2 трикотажного полотна переплетения гладь были найдены длины нитей во всех 308 петлях (14 петельных столбиков, 22 петельных ряда) и средняя длина нити в петле по плоской и по пространственной моделям.

Далее было проведено сравнение средних длин нити в петле трикотажного полотна, найденных по предлагаемой методике, с длиной нити в петле, определенной инструментальными методами в соответствии с [1] путем роспуска элементарной пробы. Согласно стандартной методике в полотнах и изделиях гладких кулирных переплетений с однородной петельной структурой измеряют длину каждой пятой нити. Всего производят пять измерений. Длину нити измеряют с погрешностью ±1 мм. Результаты представлены в табл. 1 (средняя длина нити в петле инструментальным и бесконтактным методами).

Таблица 1

№ образца	Изображение образца	Средняя длина нити в петле, мм		
		ГОСТ 8846–87	по плоской модели	по пространственной модели
1		12	9,53	11,67
2		12	9,83	11,51
3		12	10,08	11,97

ВЫВОДЫ

1. Предложена методика определения длины нити в петле по цифровому изображению трикотажного полотна любого кулирного переплетения.

2. Проведен сравнительный анализ средних длин нити в петле трикотажного полотна, полученных по предлагаемой методике и роспуском, позволяющий сделать вывод об адекватности предложенных математических моделей.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 8846–87. Государственный стандарт СССР. Полотна и изделия трикотажные. Методы определения линейных размеров, перекоса, числа петельных рядов и петельных столбиков и длины нити в петле.

2. *Стенюгина О.В., Коробов Н.А., Гусев Б.Н., Алёшина Д.А.* Определение геометрических характеристик петлеобразования трикотажного полотна по компьютерному изображению // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №1. С. 134…136.

3. *Землякова И.В., Каминская Л.А.* Неразрушающий метод определения длины нити в петле трикотажного полотна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4. С. 113...116.

4. *Каминская Л.А., Землякова И.В., Верняева И.Л.* Оценка некоторых геометрических показателей трикотажного полотна кулирного переплетения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №5. С. 78...82.

5. *Каминская Л.А.* Об имитационном моделировании внешнего вида петли трикотажного полотна любого кулирного переплетения // Вестник Костромского гос. технол. ун-та. – 2015, №1. С.29...32.

REFERENCES

1. GOST 8846–87. Gosudarstvennyj standart SSSR. Polotna i izdelija trikotazhnye. Metody opredelenija linejnyh razmerov, perekosa, chisla petel'nyh rjadov i petel'nyh stolbikov i dliny niti v petle.

2. Stenjugina O.V., Korobov N.A., Gusev B.N., Aleshina D.A. Opredelenie geometricheskih harakteristik petleobrazovanija trikotazhnogo polotna po komp'juternomu izobrazheniju // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №1. C. 134…136.

3. Zemljakova I.V., Kaminskaja L.A. Nerazrushajushhij metod opredelenija dliny niti v petle trikotazhnogo polotna // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №4. S. 113...116.

4. Kaminskaja L.A., Zemljakova I.V., Vernjaeva I.L. Ocenka nekotoryh geometricheskih pokazatelej trikotazhnogo polotna kulirnogo perepletenija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, №5. S. 78...82.

5. Kaminskaja L.A. Ob imitacionnom modelirovanii vneshnego vida petli trikotazhnogo polotna ljubogo kulirnogo perepletenija // Vestnik Kostromskogo gos. tehnol. un-ta. – 2015, №1. S.29...32.

Рекомендована кафедрой высшей математики. Поступила 14.03.16.

УДК 687.016

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОМПРЕССИОННОГО ДАВЛЕНИЯ ПОД ТРИКОТАЖНОЙ ПЛОТНООБЛЕГАЮЩЕЙ ОДЕЖДОЙ

EXPERIMENTAL BASEMENT OF COMPRESSION PRESSURE PROGNOSIS UNDER THE KNIT TAPERED SLIM CLOTHING

В.Е. КУЗЬМИЧЕВ, ЧЖЭ ЧЕН, МЭННА ГО, И.В. ТИСЛЕНКО
V.E. KUZMICHEV, CHZHE CHEN, MENNA GO, I.V. TISLENKO

**(Ивановский государственный политехнический университет,
Уханьский текстильный университет, Китайская Народная Республика)**
**(Ivanovo State Politechnical University,
Uhan Textile University, People's Republic of China)**
E-mail: kshi@ivgpu.com

Проведены экспериментальные исследования систем мужская фигура–белье. Подтверждено существование устойчивых зависимостей между усилиями растяжения, действующими в текстильных оболочках, и возникающим под оболочками компрессионном давлении. Получены математические уравнения для прогнозирования компрессионного давления на мягкие ткани фигур.

The exploration of real systems men body – underwear have been done. Stable relations are existing between the forces in textile materials tensioned and the compression under the knitting clothes. The equations for the prognosis of compression pressure in investigated systems were obtained.

Ключевые слова: одежда, форма, Кавабата, конструктивная прибавка, растяжение, компрессионное давление, прогнозирование.

Keywords: clothes, shape, KES-F, pattern block' ease, tension, compression, prognosis.

Ранее была показана и доказана целесообразность измерения малых по величине усилий растяжения текстильных материалов на приборе KES-FB-1, используемых для изготовления одежды свободной формы [1]. В настоящей статье рассматривается применение разработанного ранее алгоритма для плотнооблегающей одежды из трикотажных полотен.

В качестве объектов исследования были взяты модели мужского компрессионного белья с отрицательными величинами конструктивных прибавок (до – 20% от значений поперечных обхватов). Модели трикотажных фуфаек и трусов (хипсов) отличались значениями запроектированных конструктивных прибавок, посредством которых регулировали величины компрессионного воздействия белья на тело: интервал изменения отрицательных прибавок составил (5...20)% с шагом 3%.

Для их изготовления были выбраны шесть трикотажных полотен с различным переплетением (М1, М4, М5, М6 – ластик, М2, М3 – интерлок) и волокнистым составом, чтобы охватить возможно более широкий интервал значений показателей свойств. Для исследований брали трикотажные материалы китайской компании I'd (Ухань), используемые для изготовления белья, реализуемого на китайском и европейском рынках. Характеристики трикотажных полотен приведены в табл. 1.

Таблица 1

Номер материала	Содержание волокон, %	Линейная плотность, г/м^2	Переплетение
М1	40 хлопок, 30 лен	170...180	ластик
М2	98 modal, 2 спандекс	300	интерлок (двуластик)
М3	30 лен, 70 хлопок + спандекс	170...180	интерлок (двуластик)
М4	45 modal, 55 хлопок	170	ластик
М5	47 хлопок, 47 modal, 6 спандекс	110	ластик, кулирный ячеистый (сетчатый) трикотаж
М6	95 modal, 5 хлопок	110	ластик

На первом этапе измеряли параметры системы фигура – одежда: максимальное компрессионное давление, которое можно приложить на шести участках мужских фигур в статическом положении. Компрессионное давление измеряли непосредственно между телом и трикотажным бельем с помощью датчика FlexiForce, соединенного с компьютером. В каждой точке давление измеряли не менее пяти раз после выдержки 30 с, чтобы гарантировать ошибку измерения не более 10%.

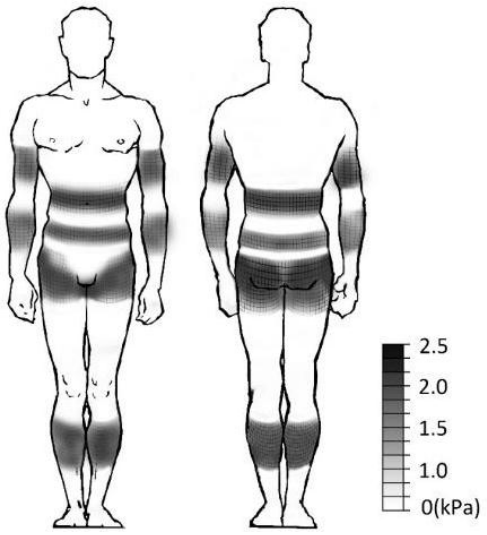


Рис. 1

Были выбраны пять мужских фигур со следующими средними размерными признаками, см: рост 173,2, обхват груди третий 88,7, обхват талии 75,2, обхват бедер 91,9.

На рис. 1 показаны зоны измерения давления на поверхности тела с выделением участков, для которых были зафиксированы максимальные значения компрессионного давления под нижним бельем.

Результаты максимально-переносимого давления, возникающего под влиянием отрицательных конструктивных прибавок (величина прибавки идентична растяжению материала), приведены в табл. 2 (компрессионное давление в системе фигура – белье (растяжение 15,8...18%)).

На втором этапе были измерены стандартизированные показатели на приборе KES-FB-1 (табл. 1), однако из-за особенностей конструкции прибора и высокой растяжимости трикотажных материалов количество измеренных показателей было неполным. В качестве основных выбраны следующие характеристики растяжения вдоль и поперек полотна: LT – линейность кривой усилие – растяжение, равная отношению площади под кривой к общей площади прямоугольного треугольника со сторонами, равными наибольшей нагрузке

и наибольшему удлинению; WT – энергия (работа) растяжения, равная площади диаграммы под кривой растяжения, сН·см/см^2; EMT – относительная деформация удлинения под нагрузкой 500 сН, %; RT – доля упругой деформации, равная отношению площади диаграммы под кривой релаксации к работе растяжения, %.

Таблица 2

Участок фигуры	Максимальное давление, кПа, под разными материалами (вдоль полотна/поперек полотна)					
	М1	М2	М3	М4	М5	М6
Плечо	2,002 / 2,050	2,288 / 2,097	1,907 / 1,716	2,050 / 1,954	2,240 / 2,097	н/о / 2,097
Предплечье	2,097 / 1,907	2,240 / 2,050	2,050 / 1,764	2,002 / 1,716	2,097 / 1,954	н/о / 1,954
Талия	2,145 / 2,193	2,288 / 2,193	1,907 / 2,097	1,859 / 1,764	2,050 / 2,145	н/о / 2,145
Обхват на 4 см ниже талии	2,002 / 2,097	2,193 / 2,193	1,859 / 2,145	1,907 / 2,097	2,097 / 1,967	н/о / 1,967
Бедро	2,050 / 2,145	2,330 / 2,193	1,859 / 1,954	1,859 / 2,050	2,002 / 2,002	н/о / 2,002
Икра	2,097 / 2,050	2,336 / 2,145	2,193 / 2,098	1,907 / 1,954	2,002 / 2,145	н/о / 2,145

Примечание. н/о – не определено.

На рис. 2 представлены совмещенные начальные участки кривых растяжения поперек материалов, применяемых в мужском белье. Данные кривые совмещены на рис. 2 для вычисления значений усилий, необходимых для растяжения проб на 5, 8, 11, 14, 17, 20%.

Окончательные результаты измерений приведены в табл. 3 (показатели трикотажных материалов для мужского белья, измеренные на приборе KES-FB-1).

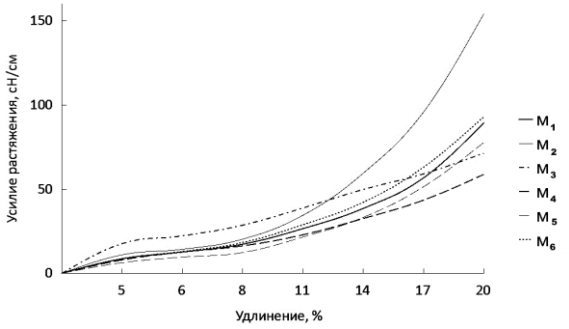


Рис. 2

Таблица 3

№ п/п	Показатель вдоль (о) или поперек (у) полотна	Значения показателей для трикотажных материалов						Коэффициент вариации
		М1	М2	М3	М4	М5	М6	
1. Базовые показатели								
1	LTo	0,411	0,501	-	0,46	-	0,43	0,20
2	WTo	28,05	18,33	54,69	28,9	30,11	27,39	0,41
3	RTy	27,27	48,44	-	27,85	-	41,91	0,40
4	EMTo	27,28	23,07	40,8	25,11	31,38	25,37	0,61
5	EMTy	31,65	27,83	52,84	40,93	32,64	32,08	0,69
2. Адаптированные показатели								
6	F(5)y	8,56	11,03	17,71	8,08	6,38	8,76	1,12
7	F(8)y	17,27	20,36	28,67	16,33	12,35	18,3	0,86
8	F(11)y	26,5	34,5	38,84	22,98	21,64	28,84	0,60
9	F(14)y	38,67	59,41	49,86	32,61	33,34	42,12	0,63
10	F(17)y	56,86	96,12	59,06	43,7	51,69	63,03	0,85
11	F(20)y	89,38	154,11	71,58	59	77,68	93,2	1,05

Как и в случае материалов для платьев [1] (табл.3), коэффициенты вариации для адаптированных показателей являются самыми высокими.

На третьем этапе был проведен корреляционный анализ между максимальными значениями компрессионного давления и усилиями растяжения, действующими в текстильной оболочке. Цель такого анали-

за – выбор тех показателей, между которыми и компрессионным давлением существует самая тесная связь (табл. 4 – коэффициенты корреляции между P_{max} и показателями растяжения).

Таблица 4

Группа показателей	Показатель	Коэффициенты парной корреляции	
		вдоль полотна	поперек полотна
Базовые	LT	0,282	-
	WT	0	-
	EMT	0	-0,083
	RT	-	0,8648
Адаптированные	F(5)	-	0,562
	F(8)	-	0,6531
	F(11)	-	0,8277
	F(14)	-	0,8816
	F(17)	-	0,7866
	F(20)	-	0,6869

Примечание. Критический коэффициент корреляции (для 95 % и n = 5) равен 0,811.

Видно, что из стандартизированных показателей (LT, WT, EMT, RT) только доля остаточной деформации RT_y имеет значимую связь с компрессионным давлением. Однако этот показатель характеризует не растяжение, а процесс релаксации, что логически не позволяет его рассматривать в качестве фактора, ответственного за возникновение компрессионного давления. Закономерно изменяющиеся связи – от неустойчивых к устойчивым, а затем опять к неустойчивым – существуют между P_{max} и новыми адаптированными показателями, причем самые высокие значения коэффициентов корреляции получены для усилий 35,78±2,92 сН/см, обеспечивающих растяжение текстильных оболочек на 11…14%.

Линейные модели для прогнозирования компрессионного давления трикотажных оболочек при их растяжении на величины 11, 14, 17% имеют вид:

$$P(11) = 0{,}0128\ F(11) + 1{,}6, \quad (1)$$

$$P(14) = 0{,}0088\ F(14) + 1{,}6, \quad (2)$$

$$P(17) = 0{,}0045\ F(17) + 1{,}7, \quad (3)$$

где P(11), P(14), P(17) – компрессионное давление под напряженной текстильной оболочкой, кПа; F(11), F(14), F(17)– усилие, необходимое для растяжения текстильного материала по утку соответственно на 11, 14, 17%, сН/см.

Интервал растяжения 11…17%, выбранный для прогнозирования, несколько меньше фактического 15,8…18%. Расхождение между ними составляет 1…4,8% и обусловлено различиями в условиях растяжения материалов: на приборе KES-FB-1 растяжение происходит в плоскости растягиваемой пробы, а в реальной системе фигура – белье – одновременно с изгибом в оболочке, замкнутой вокруг поверхности участка фигуры, и в условиях плотного контакта с мягкими тканями. В текстильной оболочке часть приложенного усилия расходуется на преодоление сил трения оболочки с мягкими тканями и изгибание. Поэтому естественно, что рекомендуемые режимы лабораторных испытаний должны быть несколько меньше тех, которые возникнут в реальных условиях.

Разработанные модели можно использовать для новых материалов, характеристики которых попадают в интервалы характеристик материалов обучающей выборки (табл.1 и 3). Действительно, выбранные материалы имеют разную структуру, именно по этой причине мы и выбрали универсальный показатель – усилие, необходимое для растяжения материалов на 11, 14 и 17%, которое самым тесным образом связано с возникновением компрессионного давления. В связи с этим появляется возможность прогнозировать

давление под бельем по этому показателю, который может быть измерен на этапе конфекционирования материалов.

Таким образом, доказана возможность прогнозирования давления трикотажных оболочек на мягкие ткани тела под одеждой, имеющей отрицательные конструктивные прибавки.

Знание единых условий протекания процессов растяжения – в испытуемой пробе и реальной одежде – позволит сформировать универсальную базу для проектирования компрессионного воздействия одежды, имеющей разную форму и изготовленную из различных материалов. Полученные зависимости могут быть использованы для разработки и проверки теоретических моделей формообразования текстильных оболочек под влиянием морфологии фигуры, деформационных процессов внутри оболочки и эффектов воздействия на мягкие ткани тела. Разработанный алгоритм может быть распространен и на другие показатели, в частности сдвиг и изгиб.

В Ы В О Д Ы

1. Подтверждено существование устойчивых зависимостей между усилиями растяжения, действующими в текстильных оболочках, и возникающим под оболочками компрессионном давлении.

2. Получены математические уравнения для прогнозирования компрессионного давления плотно облегающей одежды на мягкие ткани тела. Установлено, что условиями для наиболее точного прогнозирования компрессионного давления являются: усилие растяжения 35,78 ± 2,92 сН/см и растяжение на 11...14%.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Кузьмичев В.Е., Чже Чен, Го Мэнна, Тисленко И.В.* Экспериментальное обоснование прогнозирования компрессионного давления под женскими платьями свободной формы // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, №2. С. 165…172.

2. *Чен Ч.* Разработка методики выбора трикотажных материалов для мужского компрессионного белья // Швейная промышленность. – 2014, № 5.

R E F E R E N C E S

1. Kuz'michev V.E., Chzhe Chen, Go Mjenna, Tislenko I.V. Jeksperimental'noe obosnovanie prognozirovanija kompressionnogo davlenija pod zhenskimi plat'jami svobodnoj formy // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, №2. S. 165…172.

2. Chen Ch. Razrabotka metodiki vybora trikotazhnyh materialov dlja muzhskogo kompressionnogo bel'ja // Shvejnaja promyshlennost'. – 2014, № 5.

Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий ИВГПУ. Поступила 17.02.16.

УДК 687.01+687.076

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОКЛЕЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ЖЕСТКОСТЬ ДУБЛИРОВАННОГО ПАКЕТА*

INFLUENCE OF STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF INTERLININGS ON THE STIFFNESS OF LAMINATED MATERIALS

С.А. КОКШАРОВ, Н.Л. КОРНИЛОВА, О.В. РАДЧЕНКО, Е.Н. НИКИФОРОВА
S.A KOKSHAROV, N.L. KORNILOVA, O.V. RADCHENKO, E.N. NIKIFOROVA

(Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук, г. Иваново, Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)
(G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of Russian Academy of Science, Ivanovo, Ivanovo State Polytechnic University. Textile Institute)
E-mail: nkorn@mail.ru

Определены диапазоны требуемой жесткости пакета мужского пиджака на различных участках полочки в зависимости от объемно-силуэтной формы изделия. Выявлены регрессионные зависимости показателя жесткости пакета дублированных костюмных тканей от жесткости основного материала и совокупности параметров термоклеевого прокладочного материала, позволяющие осуществлять подбор прокладочных материалов в зависимости от требуемой жесткости участка изделия.

Rigidity values of various section of the front part of the man jacket of different silhouette forms are determined. Regression relationships that bind the rigidity index of bonded fabrics with the rigidity of the shell material and structural parameters of the fusible interlinings are identified. These results allow select the interlining depending on the desired stiffness of the product section.

Ключевые слова: костюмные ткани, термоклеевые прокладочные материалы, жесткость пакета, регрессионный анализ.

Keywords: shell jacket materials, fusible interlinings, the rigidity index of bonded fabrics, regression analysis.

Роль и назначение прокладочных материалов общеизвестны. Они обеспечивают придание швейным изделиям требуемой объемной формы и ее сохранение благодаря увеличению жесткости деталей на участках, подверженных деформирующим воздействиям [1], [2]. В одежде они обычно невидны, поскольку располагаются между верхней и подкладочной тканями, но их свойства существенно влияют на внешний вид и долговечность изделия, что обусловливает повышенное внимание исследователей к проблеме формообразования [3…5].

Вид прокладочного материала подбирается с учетом формы изделия и свойств материала верха. Так, модели мужского пиджака в соответствии с жесткостью объемной формы подразделяют на мягкопластичные, мягкофиксированные и жесткофиксированные (каркасные). Чем жестче форма и мягче основной материал, тем большую нагрузку должны выдерживать детали из прокладочного материала.

* Исследования выполнены в рамках государственного задания № 11.1898.2014/К Минобрнауки России в сфере научной деятельности.

Как показано на рис. 1 (подразделение детали полочки пиджака на зоны с разным уровнем жесткости материалов: 1 – плечо; 2 – передний перекат; 3 – верхняя часть груди; 4 – нижняя часть груди; 5 – низ полочки; 6 – лацкан), в пределах одной детали полочки подразделяют несколько зон с различным уровнем требуемой жесткости. В результате проведенных исследований образцов мужских пиджаков различных моделей установлено, что показатели жесткости материалов в каждой из зон зависят от степени пластичности формы и от объемно-силуэтного решения, что демонстрируют данные табл. 1.

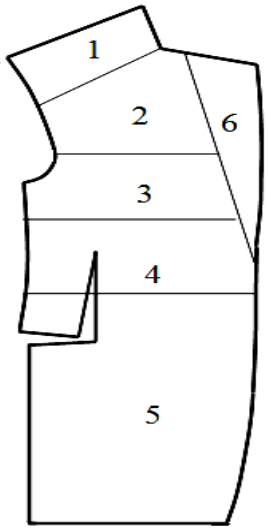


Рис. 1

Таблица 1

№ зоны	Жесткость пакета EI, мН·см^2								
	большая объемная форма			умеренная объемная форма			малая объемная форма		
	мягко-пластичная	мягко-фиксированная	каркасная	мягко-пластичная	мягко-фиксированная	каркасная	мягко-пластичная	мягко-фиксированная	каркасная
1	16,5...23,3	24,7...31,5	32,9...39,8	10,9...51,6	17,8...23,3	24,7...30,2	10,9...15,0	16,5...20,5	21,9...26,0
2	15,0...20,5	21,9...26,1	27,4...32,9	8,2...13,7	15,0...20,6	21,9...27,4	8,2...13,8	15,0...19,2	20,5...24,7
3	12,3...17,8	19,2...23,3	24,7...27,4	8,2...12,4	13,7...19,2	20,5...24,7	5,5...9,6	10,9...15,0	17,8...21,9
4	6,8...10,9	12,3...17,9	19,2...23,3	6,8...10,9	12,3...17,8	12,3...20,6	5,5...9,6	10,9…15,0	
5	4,1…9,6								
6	2,7…10,9								

Для достижения необходимой формоустойчивости изделия на различных участках детали используются несколько слоев прокладочного материала, как правило, не менее трех различных артикулов с разной степенью жесткости и упругости, соединенные между собой и с основным материалом различными способами. В настоящее время наиболее широкое применение находят термоклеевые прокладочные материалы (ТПМ). Их ассортимент отличается строением текстильного носителя (трикотажные, нетканые и, реже, тканые полотна), природой клеевого полимера и способом его нанесения [6]. Наличие термопластичного адгезива не только позволяет получать прочное соединение текстильных материалов, но и придает жесткость пакету за счет формирования между слоями полимерной матрицы, свойства которой зависят от вида полимера.

Традиционно варьирование жесткости пакета обеспечивается изменением волокнистого состава ТПМ, его поверхностной плотности, вида и количества нанесенного клеевого полимера. Однако подбор оптимальных видов ТПМ осуществляется эмпирическим путем, поскольку в литературе отсутствуют закономерности, описывающие взаимосвязь между их свойствами и жесткостью формируемых пакетов. Решение этой задачи составило цель настоящего исследования.

В работе использованы два вида костюмных тканей:

КТ1 – волокнистый состав (%): вискоза 55, шерсть 35, полиэфир 10; поверхностная плотность M_S = 240±3 г/м^2;

КТ2 – волокнистый состав (%): вискоза 50, полиэфир 50; M_S = 180±2 г/м^2.

В качестве ТПМ использованы вискозно-полиэфирные трикотажные полотна с точечным клеевым покрытием, сведения об их свойствах представлены в табл. 2.

Таблица 2

Обозначение	Производитель	Артикул	Волокнистый состав, %	Поверхностная плотность M_S, г/м^2	Массовая доля нитей утка $G_{УН}$, %	Количество клеевых точек $N_{КТ}$, ед./см^2
ТПМ1	Куфнер, Германия	R161G57/090	п/э 27, вискоза 73	58	70,5	70
ТПМ2	Китай	DIVP 80	п/э 30, вискоза 70	65	54,4	145
ТПМ3		DIVP 65	п/э 30, вискоза 70	80	60,8	115
ТПМ4	ОАО Искож, Россия	216/4	п/э 60, хлопок 40	75	60,8	400

Рис. 2 (вид термоклеевого прокладочного материала под микроскопом: 1 – нити грунта; 2 – нити утка; 3 – фрагменты термопластичного адгезива) демонстрирует характерную особенность всех исследуемых ТПМ, связанную с наличием целлюлозосодержащей уточной нити и ориентацией полиэфирных нитей грунта преимущественно в продольном направлении.

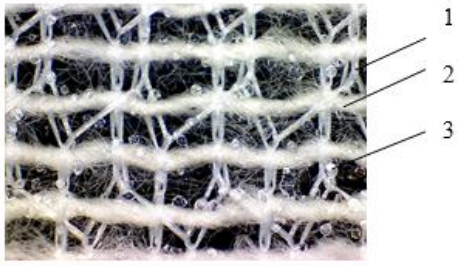
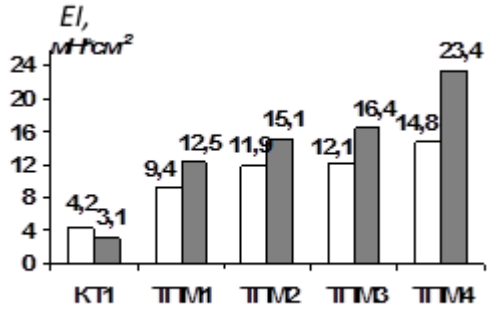


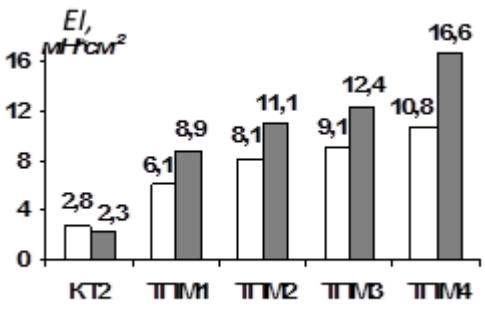
Рис. 2

Исследуемые пакеты получали путем дублирования костюмных тканей на прессе проходного типа Japsew SR-600 (Китай) при температуре 80°С и последующей ВТО при 140°С с пропариванием до влагосодержания 20…30%.

Измерение показателя жесткости EI материалов осуществляли консольным методом на приборе ПТ-2 в соответствии с ГОСТом 10550–93. Результаты измерений приведены на рис. 3 – значения показателя жесткости для костюмных тканей КТ1 (а) и КТ2 (б) и пакетов на их основе с сопоставляемыми видами термоклеевых материалов (□ – основа; ■ – уток).



а)



б)

Рис. 3

Анализ полученных значений жесткости пакетов $EI^{пак}$ в совокупности с приведенными в табл. 2 характеристиками ТПМ демонстрирует возрастание показателя $EI^{пак}$ с повышением параметров M_s и N, но не позволяет выявить корреляций с каким-либо из этих свойств индивидуально, либо с их сочетанием. Вместе с тем дополнительный учет параметра содержания в составе текстильного носителя уточных нитей ($G_{УН}$, %) в процессе регрессионного анализа позволяет с удовлетворительной степенью аппроксимации описать совокупность экспериментальных данных. Зависимость жесткости пакета по основе ($EI_o^{пак}$) или утку ($EI_y^{пак}$) от жесткости основного материала и структурных характеристик ТПМ имеет вид:

$$EI_o^{пак} = EI_o^{ом}(0{,}027M_S + 0{,}017(100 - G_{УН}) + 0{,}0025N_{КТ}); R^2 = 0{,}9999, \quad (1);$$

$$EI_y^{пак} = EI_y^{ом}(0{,}049M_S + 0{,}0086G_{УН} + 0{,}0079N_{КТ}); R^2 = 1{,}0, \quad (2),$$

где $EI_o^{ом}$ и $EI_y^{ом}$ – жесткость основного материала соответственно по основе и утку.

Физический смысл математической модели позволяет говорить о совместном влиянии жесткости исходного материала и прокладки на жесткость пакета. Все члены уравнения имеют положительные значения, что говорит о повышении жесткости пакета с ростом значений любого из входных параметров. При этом жесткость пакета по утку возрастает с увеличением содержания уточных нитей в составе прокладки, тогда как жесткость по основе напрямую зависит от содержания в ТПМ нитей грунта.

Принципиально важный фактор, демонстрирующий прогностическую способность полученных математических моделей, выявлен при анализе свойств многослойных дублированных пакетов. Для рассматриваемого случая применения ТПМ на однотипном трикотажном носителе результирующее значение жесткости пакета коррелирует с величиной аддитивного прироста по каждому из входных параметров. При этом показатели M_S и $N_{КТ}$ для каждого из слоев суммируются, а для $G_{УН}$ берется усредненное значение. Так, для двухслойных пакетов уравнения (1) и (2) преобразуются следующим образом:

$$EI_o^{пак} = EI_o^{ом}(0{,}027(M_{S1} + M_{S2}) + 0{,}017(100 - 0{,}5G_{УН1} - 0{,}5G_{УН2}) + 0{,}0025(N_{КТ1} + N_{КТ2}),$$

$$EI_y^{пак} = EI_y^{пак}(0{,}049(M_{S1} + M_{S2}) + 0{,}0043(G_{УН1} + G_{УН2}) + 0{,}0079(N_{КТ1} + N_{КТ2}).$$

Сопоставление расчетных значений для всех возможных сочетаний анализируемых прокладочных материалов в многослойных пакетах и результатов экспериментальной проверки представлено в табл. 3.

Таблица 3

Состав пакета	$EI_{РАСЧ}$, мН·см^2		$EI_{ЭКСП}$, мН·см^2	
	основа	уток	основа	уток
КТ1+ТПМ1+ТПМ2	18,7	25,7	17,9	24,8
КТ1+ТПМ1+ТПМ3	19,9	27,3	19,1	26,9
КТ1+ТПМ1+ТПМ4	22,3	33,6	22,4	33,9
КТ1+ТПМ2+ТПМ3	22	30	19,2	28,8
КТ1+ТПМ2+ТПМ4	24,4	36,3	23,2	34,9
КТ1+ТПМ3+ТПМ4	25,6	37,9	23,9	36,4
КТ1+ТПМ1+ТПМ2+ТПМ3	29	40,7	29,9	38,7
КТ1+ТПМ1+ТПМ2+ТПМ4	31,4	46,9	29,9	45,7
КТ1+ТПМ2+ТПМ3+ТПМ4	34,6	48,5	35,7	49,6
КТ2+ТПМ1+ТПМ2	12,4	18,9	13,1	19,7
КТ2+ТПМ1+ТПМ3	13,1	20,1	13,4	20,3
КТ2+ТПМ1+ТПМ4	14,7	24,7	15,1	25,0
КТ2+ТПМ2+ТПМ3	14,6	22,1	15,3	22,1
КТ2+ТПМ2+ТПМ4	16,2	26,7	17,5	27,1
КТ2+ТПМ3+ТПМ4	16,9	27,9	17,4	27,3
КТ2+ТПМ1+ТПМ2+ТПМ3	19,2	29,9	20,1	29,8
КТ2+ТПМ1+ТПМ2+ТПМ4	20,8	34,5	22,6	34,8
КТ2+ТПМ2+ТПМ3+ТПМ4	22,9	35,7	23,9	37,4

Отклонения между соответствующими величинами не превышают 5%, что свидетельствует об удовлетворительной работоспособности модели для прогнозирования упругодеформационных свойств пакетов. Разработанный подход позволяет осуществлять эффективный подбор комплекта прокладочных материалов для зонального регулирования жесткости на определенных участках детали швейного изделия

при переходе на другую модель и смене основного материала. Для этого в качестве исходных данных достаточно иметь совокупность экспериментально определенных значений жесткости основной ткани с имеющимися в наличии видами прокладочных материалов.

ВЫВОДЫ

1. Установлены диапазоны требуемой жесткости пакета мужского пиджака на различных участках полочки в зависимости от объемно-силуэтной формы изделия.

2. Выявлены регрессионные зависимости показателя жесткости пакета дублированных костюмных тканей от жесткости основного материала и совокупности параметров термоклеевого прокладочного материала (поверхностной плотности, содержания уточных нитей и частоты нанесения клеевых точек), позволяющие осуществлять подбор прокладочных материалов в зависимости от требуемой жесткости участка изделия.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кокеткин П.П.* Одежда: технология – техника, процессы – качество. – М.: Изд-во МГУДТ, 2001.

2. *Комиссаров И.И., Шаммут Ю.А., Корнилова Н.Л. и др.* Методика определения условного модуля упругости текстильного материала // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2014, №3. С.20…24.

3. *Elnashar E.A., Dubrovski P.D.* The influence of the weave and the method of stitching on selected mechanical properties of woven double fabrics // Autex Res. J. – 2008. V.8. N2. P. 41…43.

4. *Jevsnik S., Gersak J.* Modelling the Fused Panel for a Numerical Simulation of Drape // Fibers & Textiles in Eastern Europe. – 2004. V. 12. N 1(45). P. 47…52.

5. *Гирфанова Л.Р.* Повышение формоустойчивости одежды с использованием ячеистых прокладочных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №4. С. 106…109.

6. *Бузов Б.А., Смирнова Н.А.* Современный ассортимент термоклеевых материалов для одежды и разработка их классификации // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №2. С. 105….109.

REFERENCES

1. Koketkin P.P. Odezhda: tehnologija – tehnika, processy – kachestvo. – M.: Izd-vo MGUDT, 2001.

2. Komissarov I.I., Shammut Ju.A., Kornilova N.L. i dr. Metodika opredelenija uslovnogo modulja uprugosti tekstil'nogo materiala // Izv. vuzov. Tehnologija legkoj promyshlennosti. – 2014, №3. S.20…24.

3. Elnashar E.A., Dubrovski P.D. The influence of the weave and the method of stitching on selected mechanical properties of woven double fabrics // Autex Res. J. – 2008. V.8. N2. P. 41…43.

4. Jevsnik S., Gersak J. Modelling the Fused Panel for a Numerical Simulation of Drape // Fibers & Textiles in Eastern Europe. – 2004. V. 12. N 1(45). P. 47…52.

5. Girfanova L.R. Povyshenie formoustojchivosti odezhdy s ispol'zovaniem jacheistyh prokladochnyh materialov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №4. S. 106…109.

6. Buzov B.A., Smirnova N.A. Sovremennyj assortiment termokleevyh materialov dlja odezhdy i razrabotka ih klassifikacii // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №2. S. 105….109.

Рекомендована кафедрой технологии швейных изделий ИВГПУ.ТИ. Поступила 01.03.16.

УДК 677. 687

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА АПРИОРНОГО РАНЖИРОВАНИЯ ПРИ ВЫБОРЕ ХАРАКТЕРИСТИК СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ АРМАТУРЩИКОВ

USING OF METHOD OF APRIORISTIC RANGING FOR CHOICE OF CHARACTERISTICS OF THE SPECIAL CLOTHING FOR FITTERS

Б.Р. РЫСКУЛОВА, А.А. ЖУМАДИЛОВА, З.Б. ОНГАРБАЕВА, К.Б. ШАМШЕТОВА
B.R. RYSKULOVA, A.A. ZHUMADILOVA, Z.B. ONGARBAYEVA, K.B. SHAMSHETOVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)
E-mail: br.ryskulova@mail.ru, zh.arai.2010@mail.ru, zauresh.b.90@mail.ru

В работе использован метод априорного ранжирования при выборе характеристик специальной одежды для арматурщиков. На основе результатов анкетного опроса рабочих-арматурщиков разработана новая спецодежда, новизна которой подтверждается патентом на промышленный образец Республики Казахстан.

The method of aprioristic ranking in selecting the characteristics of special clothes for the fitters is used in present paper. Based on the results of a questionnaire survey of fitters developed a new clothing and the novelty is confirmed by a Patent for an Industrial Design the Republic of Kazakhstan.

Ключевые слова: специальная одежда, априорное ранжирование, текстильный материал, оптимальный вариант, арматурщик.

Keywords: special clothing, aprioristic ranging, textile material, optimal option, fitter.

На современном этапе развития строительного производства Республики Казахстан одним из основных направлений является разработка новой спецодежды на основе исследования физико-механических свойств материалов спецодежды, что позволяет улучшить условия труда рабочих, защитить рабочих от заболеваний и травматизма [1], [2].

С целью разработки спецодежды для арматурщиков в строительном производстве наряду с изучением условий труда нами при исследованиях использовался анкетный опрос работающих ТОО "Алматыгорстрой" [3…5]. С помощью широкого опроса арматурщиков определен оптимальный вариант спецодежды, материалов, цветовой гаммы и показателей физико-механических свойств текстильных материалов.

Опрос проводили с помощью анкеты и личной беседы экспертами с каждым рабочим. В роли экспертов выступили строители и другие рабочие АО "Алматыгорстрой". В табл. 1 представлены группы категорий экспертов.

Таблица 1

Категория работников	Арматурщик	Бетонщик	Кровельщик	Всего	
				чел.	%
Рабочие	15	5	3	23	76
ИТР	3	2	1	6	24

Анкетный опрос включал факторы, характеризующие специальную одежду, которые сведены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели	X_1	X_2	X_3	X_4
Вид спецодежды	Брюки+ куртка	Комбинезон+ куртка	Брюки+ жилет	Полукомбинезон+ куртка
Цветовая гамма	Зеленый + синий	Синий + желтый	Красный + синий	Оранжевый + синий
Ткань	Хлопчатобумажная	Хлопчатобумажная с химическими волокнами	Брезент	Хлопчатобумажная с лавсаном
Физико-механические свойства	Воздухо-проницаемость	Водоупорность	Устойчивость к истиранию	-

Всего получено 30 заполненных анкет. Матрица рангов, полученная из анкетных данных экспертов корпорации "Алматыгорстрой", показана в табл. 3. Как видно из табл. 3, при составлении матрицы рангов дана оценка каждому фактору путем присвоения ему рангового номера.

Таблица 3

№	Факторы	Условные номера экспертов										Сумма рангов	Отклонение суммы рангов	Квадраты отклонений
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	x_1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	18	-7	49
	x_2	1	1	3	1	1	1	1	2	1	1	12	-13	169
	x_3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	38	13	169
	x_4	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	32	7	49
	Итого: $\sum_{j=1}^{m} a_{ij} = 100$ $\sum_{j}^{m} \frac{a_{ij}}{n} = 100/4 = 25$												S=436	
2	x_1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	1	13	-12	144
	x_2	3	3	3	1	4	3	2	3	3	3	28	3	9
	x_3	4	4	4	3	2	4	4	4	4	4	37	12	144
	x_4	2	2	2	4	3	2	1	2	2	2	23	-2	4
	Итого: $\sum_{j=1}^{m} a_{ij} = 100$ $\sum_{j}^{m} \frac{a_{ij}}{n} = 100/4 = 25$												S=301	
3	x_1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	-15	225
	x_2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	-5	25
	x_3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	33	8	64
	x_4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	37	12	144
	Итого: $\sum_{j=1}^{m} a_{ij} = 100$ $\sum_{j}^{m} \frac{a_{ij}}{n} = 100/4 = 25$												S=458	
4	x_1	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	23	3	9
	x_2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	11	-9	81
	x_3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	1	26	6	36
	Итого: $\sum_{j=1}^{m} a_{ij} = 60$ $\sum_{j}^{m} \frac{a_{ij}}{n} = 60/3 = 20$												S=126	

Полученные результаты математической обработки матрицы рангов оценивают степень согласованности мнений экспертов с помощью коэффициента конкордации W:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2(n^3 - n)}, \qquad (1)$$

где S – сумма квадратов отклонений; m – число экспертов; n – число оцениваемых факторов.

Коэффициент конкордации оценивает степень согласования мнений экспертов о ранжировании и изменяется от 0 до 1.

В рассматриваемом случае можно считать, что между мнениями экспертов имеется определенное согласие, так как вели-

чина коэффициента конкордации отличается от нуля.

Значимость коэффициента конкордации проверяется критерием Пирсона и вычисляется по формуле:

$$\chi_p^2 = m(n-1)W. \qquad (2)$$

С учетом 5%-ного уровня значимости и числа степеней свободы f = 9 табличное значение критерия $\chi_т^2$ =16,92. Так как все расчетные значения критерия Пирсона χ_p^2 больше табличного расчетного значения $\chi_т^2$, то можно считать, что мнения экспертов согласуются.

В рассматриваемом случае полученные коэффициенты конкордации W и значения χ_p^2 представлены в табл. 4.

Таблица 4

№	Факторы	Коэффициент конкордации W	Расчетное значение критерия Пирсона χ_p^2
1	Вид спецодежды	0,61	12,2
2	Цветовая гамма	0,63	12,6
3	Ткань, ассортимент	0,91	18,2
4	Физико-механические свойства	0,52	10,4

Матрицы рангов показывают соотношение вопросов физико-механических и художественно-эстетических свойств – как основных показателей спецодежды. Художественно-эстетические показатели спецодежды определяются его композиционным и колористическим решением, а также применением эмблем или логотипа, подчеркивающих фирменный стиль АО "Алматыгорстрой". Физико-механические свойства материалов спецодежды зависят от воздействия опасных и вредных производственных факторов.

По результатам проведенных исследований построены диаграммы распределения сумм рангов по факторам спецодежды, представленные на рис. 1…4.

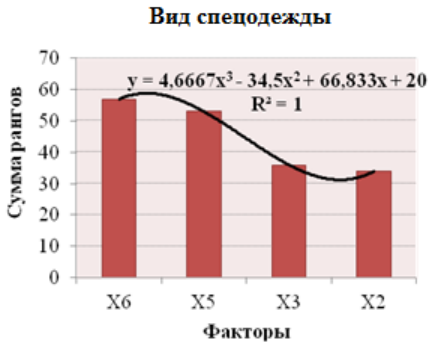


Рис.1

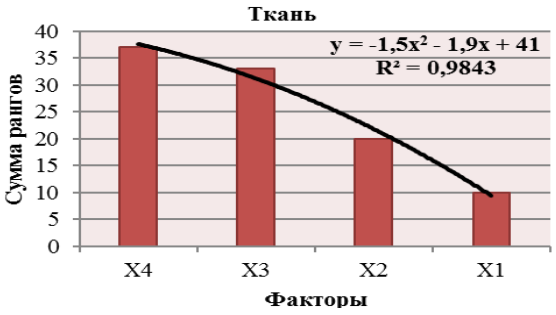


Рис. 2

Рис. 3

Рис. 4

В Ы В О Д Ы

1. На основе проведенных исследований с применением метода априорного ранжирования при выборе характеристик установлено следующее. Арматурщики предпочли спецодежду, состоящую из куртки и полукомбинезона. Спецодежда должна иметь застежку на молнии, рукава втачные, силуэт прямой, цвет зеленый или синий, низ брюк без манжета, из хлопчатобумажной ткани с содержанием химических волокон (арт.81421).

2. Предлагаемая новая спецодежда должна обеспечить защиту таких частей тела рабочих, как: предплечье, колени, локти, шею, руки, туловище.

3. С учетом установленных факторов нами разработана спецодежда, новизна которой подтверждается патентом [6].

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Романов В.Е.* Системный подход к проектированию специальной одежды. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.

2. *Чубарова З.С.* Методы оценки качества специальной одежды. – М.: Легпромбытиздат, 1988.

3. Априорное ранжирование факторов / Под ред. Щекина. – 2-е изд., доп. – Хабаровск: Изд-во ХГТУ, 2004.

4. *Рыскулова Б.Р.* Методология научных исследований. – Алматы: НЦНИИРК, 2011.

5. *Ryskulova B.R., Ganiyeva G.A.* Apriostic factors ranking considered in the development of special clothing for workers of oil industry// The Journal of Almaty Technological University. – 2014, №4. P.86…90.

6. Патент на промышленный образец Республики Казахстан №2367. Спецодежда для арматурщиков / Рыскулова Б.Р., Жумадилова А.А., Онгарбаева З.Б., Шамметова К.Б. от 20.10.2015.

R E F E R E N C E S

1. Romanov V.E. Sistemnyj podhod k proektirovaniju special'noj odezhdy. – M.: Legkaja i pishhevaja promyshlennost', 1981.

2. Chubarova Z.S. Metody ocenki kachestva special'noj odezhdy. – M.: Legprombytizdat, 1988.

3. Apriornoe ranzhirovanie faktorov / Pod red. Shhekina. – 2-e izd., dop. – Habarovsk: Izd-vo HGTU, 2004.

4. Ryskulova B.R. Metodologija nauchnyh issledovanij. – Almaty: NCNIIRK, 2011.

5. Ryskulova B.R., Ganiyeva G.A. Apriostic factors ranking considered in the development of special clothing for workers of oil industry// The Journal of Almaty Technological University. – 2014, №4. P.86…90.

6. Patent na promyshlennyj obrazec Respubliki Kazahstan №2367. Specodezhda dlja armaturshhikov / Ryskulova B.R., Zhumadilova A.A., Ongarbaeva Z.B., Shammetova K.B. ot 20.10.2015.

Рекомендована кафедрой технологии, конструирования изделий и товаров. Поступила 23.06.16.

УДК 687.01: 687.12-055.26

ПРОЦЕСС ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОБИЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ЖЕНЩИН, ОЖИДАЮЩИХ РЕБЕНКА

PROCESS OF MAKING MOBILE CLOTHES FOR PREGNANT WOMEN

И.М. ДЖУСУПОВА-ПАРФИЛЬКИНА, М.А. НУРЖАСАРОВА, Р.Т.БОЛЫСБЕКОВА, К.А. НУРИМБЕТОВА
I.M. JUSSUPOVA-PARFILKINA, M.A. NURZHASSAROVA, R.T. BOLYSBEKOVA, K.A. NURIMBETOVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)
E-mail: maira54@mail.ru

В статье рассматривается процесс создания одежды для женщин, ожидающих ребенка, на основе операционных научных методов познания: трансформации, комбинаторики и модульного проектирования.

In this article shown the process of making clothes of pregnant women, based on scientific research methods like: transformation, combination and model production.

Ключевые слова: мобильная одежда, конструктивные решения, одежда для женщин, ожидающих ребенка, трансформация, комбинаторика, модульное проектирование.

Keywords: mobile clothes, construction solutions, clothes for women, transformation, combination, model production.

Проблема создания мобильного гардероба одежды женщины, ожидающей ребенка, возможна как в пределах одной ассортиментной группы, так и всего ассортимента в целом.

Под мобильной одеждой понимается трансформируемое изделие, обладающее подвижной структурой, позволяющей изменять размеры и форму изделия в процессе эксплуатации.

В результате анализа научных разработок в области создания мобильного ассортимента одежды для женщин, ожидающих ребенка, установлено, что наиболее часто используются такие методы научного познания, как: трансформация, комбинаторика и модульное проектирование.

Принцип трансформации имеет фундаментальное значение в формообразовании современной одежды различного назначения, а сама трансформация существует и как часть художественной модели мира, и как одно из звеньев творческого метода [1].

Трансформация определяется динамикой движений, превращений или изменений, которая осуществляется за счет превращения одной формы в другую, а также трансформации деталей внутри одной формы [2].

Известно, что процесс превращений может носить бесконечный характер, вследствие которого создается множество вариантов, что способствует разработке мобильного ассортимента одежды на основе сокращения производственного цикла.

Так как продолжительность срока эксплуатации одежды для женщин, ожидающих ребенка, ограничена, в зависимости от сезона носки и сроков беременности, то использование различных видов трансформации при создании конструктивных решений одежды способствует созданию мобильного ассортимента одежды за счет многофункциональности, универсальности и увеличения срока эксплуатации.

В качестве исходной информации для проектирования мобильной одежды различного ассортимента и назначения используются 11 приемов трансформации [3], [4].

Автор [5] рекомендует использовать в процессе создания многофункциональной одежды для женщин, ожидающих ребенка, такие приемы трансформации, как: растяжение – сжатие, отделение – присоединение, свертывание – развертывание, регулирование – фиксация, исчезновение – появление, замещение. На основе использования таких приемов создана многофункциональная одежда базовых моделей: сарафана, комбинезона, пальто.

С помощью пространственно-структурного анализа модели взаимодействия элементов одежды и тела женщины в период беременности, создана классификация способов трансформации в виде четырехуровневой системы, которая дает возможность упростить и систематизировать поиск конструктивных решений, позволяющих осуществлять трансформацию в процессе использования [6], [7]. В этом случае на 1-м уровне рекомендуется использовать такие способы, как параллельное перемещение структурного элемента, вращение элемента, изменение жесткости элемента, изменение вида связи между элементам конструкции и комбинированная трансформация [6], [7].

Комбинаторика позволяет осуществлять проектную деятельность в двух направлениях: создание новых структурных построений и варьирование исходных элементов. Комбинаторные методы формообразования применяются для выявления наибольшего разнообразия сочетаний ограниченного числа элементов [1].

Такие приемы комбинаторики, как комбинирование типизированных стандартных элементов (модулей) при создании целостной формы, комбинирование деталей, пропорциональных членений внутри определенной формы (по одной конструктивной основе или базовой форме), а также поиск рационального конструктивного решения одежды на основе информационной базы данных одежды для женщин, ожидающих ребенка, способствуют созданию многофункциональной одежды.

Прием перестановки, или эвристическое комбинирование предполагает изменение элементов, их замену. Этот прием используется при вариантном применении деталей изделия на одной конструктивной основе, при компоновке деталей изделия по всему изделию.

Создание рациональных решений одежды на одной конструктивной основе осуществляется за счет изменения пропорций конструктивно-декоративных элементов, формы и конфигурации деталей, месторасположения, а также использования различных видов и способов, а также соединений и отделки.

Очень часто в процессе создания одежды для женщин, ожидающих ребенка, используется прием вставок "от простой формы к сложной".

В этом случае на исходной форме одежды исследуемого ассортимента выполняются разрезы, в которые вставляются плоские куски ткани, простой и сложной формы, в результате которых создается конструктивное решение.

Большое распространение получили приемы модульного проектирования: "модульного свертывания и модульного развертывания", "от простой формы к сложной", "от формы к назначению", "от модулей одинаковой формы к разной форме", "от модулей разной конфигурации к сложной форме", которые используются в процессе создания конструктивных решений одежды для женщин, ожидающих ребенка, на основе одной базовой формы.

Принцип модульного проектирования осуществляется на основе модулей в форме квадратов, прямоугольников, треугольников, кругов, ромбов.

Преимущества модульного проектирования заключаются в простоте технологической обработки.

Основываясь на изложенном выше и на теоретических принципах проектирования одежды на основе народного костюма [8], [9], нами предлагается процесс проектирования мобильной одежды для женщин, ожидающих ребенка, на основе трансформации, комбинаторики и модульного проектирования, которые взаимосвязаны между собой. Процесс проектирования мобильной одежды для женщин, ожидающих ребенка, представлен на рис. 1.

Приемы трансформации, комбинаторики, а также модульного проектирования осуществляются благодаря различным способам соединения и фиксации деталей и элементов изделия, с помощью швейной фурнитуры, что способствует изменению формы изделия, его назначения, а главное, мобильной одежды и гардероба для женщины, ожидающей ребенка.

Следует отметить, что рациональными, считаются конструктивные решения, обеспечивающие изменение (трансформацию) формы и размеров одежды в течение всего срока беременности, разработанные на основе базовой конструкции типовой фигуры, с помощью известных видов конструктивного моделирования.

Известно, что функциональность одежды реализуется в основном правильным выбором свойств материалов, конструктивно-композиционных решений моделей и конструкций пакета [1].

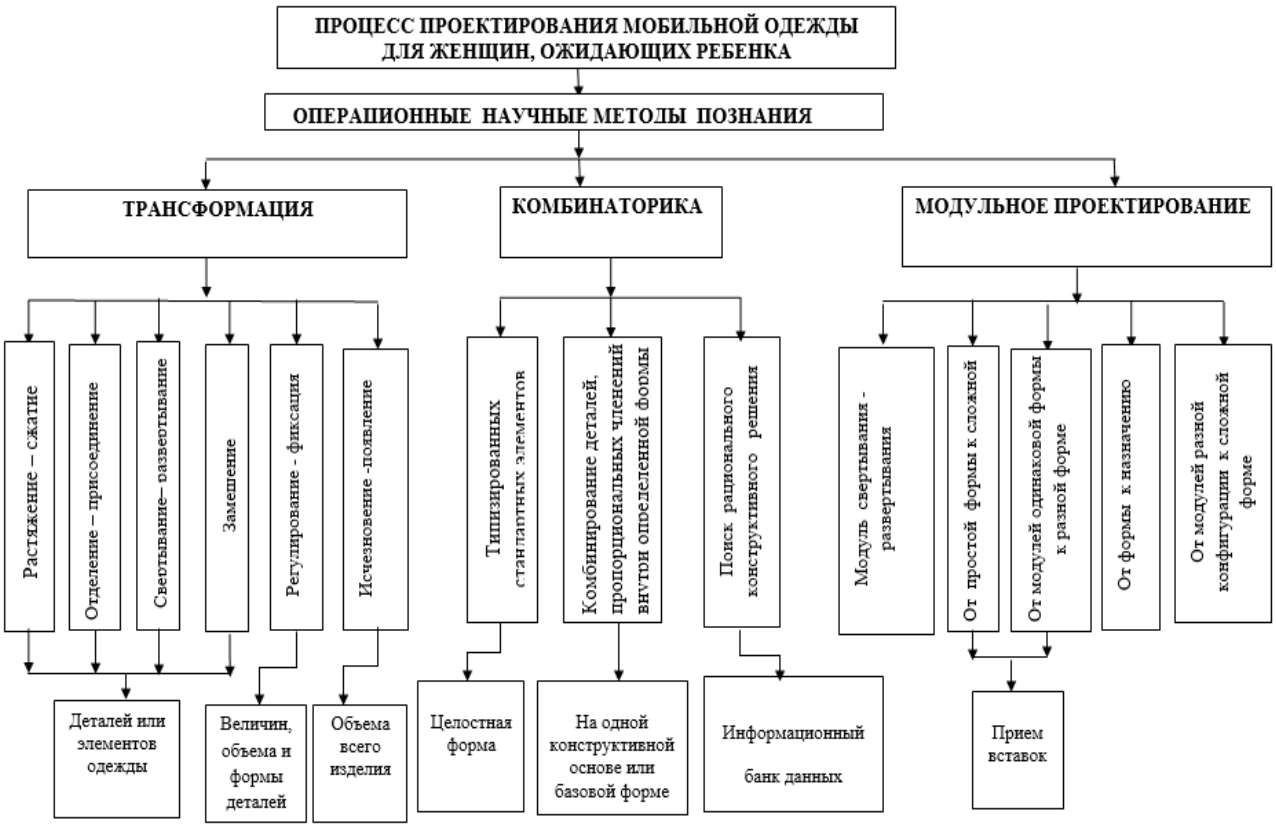


Рис. 1

В процессе создания конструктивных решений одежды для женщин, ожидающих ребенка, используется в основном традиционная силуэтная форма: трапеция, прямая, а покрой рукава: втачной, реглан, цельнокроеный, комбинированный [6].

На основе анализа электронного банка данных конструктивных решений одежды для женщин, ожидающих ребенка, а также существующих рекомендаций нами выбрана силуэтная форма пальто, прямая, которая может быть адаптирована к фигуре беременной женщины средней возрастной группы.

На основе прямого силуэта конструкции разработано конструктивное решение женского демисезонного пальто из полушерстяной ткани, двух расцветок, в котором многофукциональность достигается за счет наличия двубортной застежки на молнии от концов воротника-стойки до низа изделия, и в области боковых швов – от линии проймы до низа изделия.

В этом случае пальто из прямого силуэта превращается в пальто трапециевидной формы за счет увеличения объема всего изделия с помощью приема трансформации исчезновение – появление, за счет появления складок и исчезновения их, с помощью замка-молнии в боковых швах. Использование съемного пояса в пальто позволяет регулировать объем изделия с помощью приема трансформации отделение – присоединение.

Разработанная модель женского демисезонного пальто представлена на рис. 2. Ее можно использовать на различных сроках беременности, до нее и после нее. На модель получен патент [10].

Таким образом, разработка мобильной одежды для женщин, ожидающих ребенка, на основе приемов трансформации позволяет повысить их многофункциональность, что способствует использованию как на различных сроках беременности, так и в послеродовый период, что является актуальным.

Рис. 2

ВЫВОДЫ

Предложен процесс проектирования мобильной одежды для женщин, ожидающих ребенка, основанный на операционных научных методах познания, что способствует созданию многофункциональной одежды с целью увеличения срока эксплуатации как в дородовой, так и после родовой периоды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трансформация в одежде. "Архитектон» // Известия вузов. – 2012, №38 Июль. http://archvuz.ru/2012_22/94

2. *Шверова К.И.* Концепция и методы проектирования в дизайне одежды. www.taby27.ru/studentam_aspirantam/philos_design/referaty_philos.

3. *Гусейнов Г.М., Ермилова В.В., Ермилова Д.Ю. и др.* Композиция костюма. – М.: Издательский центр: "Академия", 2003.

4. *Песцова А.А., Шеромова И.А.* Использование принципов трансформации при проектировании одежды для беременных женщин // Фундаментальные исследования. – 2014, № 9. Ч. 8. С. 167…168.

5. *Шеромова И.А.* Принципы проектирования многофункциональной одежды для женщин, ожидающих ребенка // Современные проблемы науки и образования. – 2014, №6. http://science-education.ru/ru

6. *Густова Е.Н.* Разработка технологии проектирования одежды для женщин в до- и послеродовой период: Дис….канд. техн. наук. – М., 2003.

7. *Малухина И.В.* Разработка методов эргономического проектирования мобильной формы и конструкции социально-ориентированной одежды для женщин, ожидающих ребенка: Дис….канд.техн.наук. – М., 2003.

8. *Нуржасарова М.А., Смайлова У.У., Талгатбекова А.Ж., Тунгатарова Д.Т.* Теоретические принципы проектирования одежды с использованием метода аналогии // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №3. С. 119…121.

9. *Нуржасарова М.А.* Теоретические и методологические принципы проектирования современной одежды на основе традиционного казахского костюма: Дис. … докт. техн. наук. – М., 2005.

10. Патент на промышленный образец Республики Казахстан № 2221. Пальто для беременных женщин / Нуржасарова М.А., Дускеева Д.С. от 22.04.2015.

R E F E R E N C E S

1. Transformacija v odezhde. "Arhitekton» // Izvestija vuzov. – 2012, №38 Ijul'. http://archvuz.ru/2012_22/94

2. Shverova K.I. Koncepcija i metody proektirovanija v dizajne odezhdy. www.taby27.ru/ studentam_aspirantam/philos_design/referaty_philos.

3. Gusejnov G.M., Ermilova V.V., Ermilova D.Ju. i dr. Kompozicija kostjuma. – M.: Izdatel'skij centr: "Akademija", 2003.

4. Pescova A.A., Sheromova I.A. Ispol'zovanie principov transformacii pri proektirovanii odezhdy dlja beremennyh zhenshhin // Fundamental'nye issledovanija. – 2014, № 9. Ch. 8. S. 167…168.

5. Sheromova I.A. Principy proektirovanija mnogofunkcional'noj odezhdy dlja zhenshhin, ozhidajushhih rebenka // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2014, №6. http://science-education.ru/ru

6. Gustova E.N. Razrabotka tehnologii proektirovanija odezhdy dlja zhenshhin v do- i poslerodovoj period: Dis….kand. tehn. nauk. – M., 2003.

7. Maluhina I.V. Razrabotka metodov jergonomicheskogo proektirovanija mobil'noj formy i konstrukcii social'no-orientirovannoj odezhdy dlja zhenshhin, ozhidajushhih rebenka: Dis….kand.tehn.nauk. – M., 2003.

8. Nurzhasarova M.A., Smajlova U.U., Talgatbekova A.Zh., Tungatarova D.T. Teoreticheskie principy proektirovanija odezhdy s ispol'zovaniem metoda analogii // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №3. S. 119…121.

9. Nurzhasarova M.A. Teoreticheskie i metodologicheskie principy proektirovanija sovremennoj odezhdy na osnove tradicionnogo kazahskogo kostjuma: Dis. … dokt. tehn. nauk. – M., 2005.

10. Patent na promyshlennyj obrazec Respubliki Kazahstan № 2221. Pal'to dlja beremennyh zhenshhin / Nurzhasarova M.A., Duskeeva D.S. ot 22.04.2015.

Рекомендована кафедрой технологии и конструирования изделий и товаров. Поступила 23.06.16.

УДК 687.016

ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ОДЕЖДЫ НА ОСНОВЕ МЕХАНИЗМОВ ТВОРЧЕСТВА

CREATING SOLUTIONS DESIGN CLOTHES ON THE BASIS OF MECHANISMS OF CREATIVITY

М.А. НУРЖАСАРОВА, У.У. СМАЙЛОВА, С.К. НУРБАЙ, М. КАНДИДАТ, М.М. ТУХВАТУЛИНА
M.A. NURZHASAROVA, U.U. SMAILOVA, S.K. NURBAY, M. KANDIDAT, M.M. TUKHVATULLINA

(Алматинский технологический университет,
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, Республика Казахстан)
(Almaty Technological University,
Taraz State University named after M.H.Dulati, Rebublic of Kazakhstan)
E-mail: maira54@mail.ru

В статье рассматривается процесс создания конструктивных решений одежды с помощью эвристических методов на основе механизмов творчества, что сокращает производственный цикл.

The article discusses the process of creating, a clothing design solutions using heuristics based on creativity mechanisms. Reduced production cycle, significantly expanding the current range of clothing.

Ключевые слова: эвристические методы, народный костюм, аналогия, ассоциация, инверсия, метод фокальных объектов, метод новых комбинаций, механизм творчества, объект исследования.

Keywords: heuristics methods, folk costume, analogy, association, inversion method of focal objects, a method of new combinations, creative mechanism, subject of inquiry.

Известно, что в процессе создания новых объектов применялись эвристические методы, каждый из которых универсален и отражает наиболее эффективные принципы преобразования объекта, которые использовались в основном в процессе проектирования технических объектов.

Следует отметить, что эвристические методы, с одной стороны, изменяют функции исследуемого объекта, а с другой стороны – свойства [1], [2].

В процессе создания новых конструктивных решений одежды использовался принцип дробления [3], который способствовал созданию многофункциональной одежды, а принцип асимметрии предусматривал переход от симметричной формы одежды к асимметричной. Принцип местного качества заключался в том, что разные части объекта имели разные функции и характеристики, в соответствии с их назначением [3]. Этот принцип применяется в процессе создания специальной одежды, когда защитные свойства ее усиливаются за счет дополнительных накладок, в области локального воздействия опасных и вредных производственных факторов.

Функциональная структура исследуемого объекта является органическим целым и представляет собой особую структуру, характерной чертой которой является исчезновение одной из функций или включение новой функции, что вызывает изменение структуры в целом.

Известны два вида механизма творчества: неоперационные процессы и операционные [4], на основе которых разработан процесс проектирования одежды с использованием мотивов народного костюма [5].

В этом случае, с одной стороны, учитываются сложные механизмы творческого мышления: наблюдение, вдохновение, воображение, память, восприятие и интуиция разработчика, а с другой стороны, – операционные научные методы познания, которые способствуют созданию новых конструктивных решений одежды на основе творческих источников.

Следует отметить, что приемами поиска новых конструктивных решений объектов исследования являются такие эвристические методы, как инверсия, модульное проектирование, метод новых комбинаций и фокальных объектов, основанные на методах аналогии и ассоциации.

Метод аналогий – метод решения поставленной задачи. Рабочими механизмами аналогии являются: прямая, символическая и фантастическая [6], которые рекомендуется использовать на стадии образного решения объекта в проектировании.

Особый интерес представляет прямая – любая аналогия, основанная на исследованиях главных и второстепенных признаков объектов исследования, в результате чего выявляется поведение каждого из элементов в его развитии.

Авторами [7], предлагается процесс создания новых решений одежды на основе эвристического приема "преобразование по аналогии" на основе народного костюма.

Ассоциация идей – это связь представлений, благодаря которой одно представление, появившееся в сознании, вызывает по сходству, сложности, смежности или противоположности – другое. Она помогает создать наиболее интересные решения, в которых ярко выражены самые интересные композиционные, художественно-декоративные, конструктивные и технологические признаки объектов исследования.

Инверсия [6] рассматривает объект исследования с точки зрения новой позиции, за счет изменения расположения конструктивных и конструктивно-декоративных линий, в различных плоскостях (вертикальной, горизонтальной, наклонной, перевернутой) и технологических швов, вывернутых наружу, без обработки срезов, с использованием различных традиционных и современных методов соединения.

Метод новых комбинаций основывается на восприятии и возможности множества комбинаций с целью выбора единственного наиболее правильного решения, который включает в себя комбинаторику, кинетизм и трансформацию. Одним из перспективных методов формообразования является комбинаторика.

Комбинаторный прием перестановки, или эвристическое комбинирование, предполагает изменение элементов, их замену. Комбинаторные (вариантные) методы формообразования применяются для выявления наибольшего разнообразия сочетаний ограниченного числа элементов, за счет которых создается неповторимость разнообразных композиционных приемов, декоративная и эстетическая ценность. В этом случае поиск декоративного комбинаторного элемента на основе геометрических фигур с прямолинейными контурами является наиболее целесообразным.

В процессе создания новых конструктивных решений одежды рекомендуется использовать две разновидности комбинаторики: комбинаторное формообразование и плоскостную комбинаторику. Комбинаторное формообразование позволяет осуществлять объемное проектирование одежды и модульное проектирование путем параметризации. Создание формы можно осуществлять с использованием одноименных деталей различных конфигураций и размеров, расположением линий деталей различных конфигураций и размеров, расположением линий членения деталей и др. Это достигается перестановкой унифицированных деталей и срезов деталей и размеров, исключением одних элементов и введением новых, изменением материала, его фактуры и цвета.

Трансформация [8] осуществляется за счет превращения одной формы в другую; трансформации деталей внутри одной формы.

Кинетизм – комбинаторный метод проектирования, в основе которого лежит идея движения формы, любого ее изменения. Метод кинетизма заключается в создании динамики форм, декора, рисунков тканей [9].

Метод фокальных объектов [2] состоит в том, что признаки нескольких случайных выбранных объектов переносят на совершенствуемый объект, в результате чего создаются объекты с совершенно новыми функциями. Совершенствование объекта происходит за счет получения большого количества оригинальных модификаций объекта с неожиданными свойствами, которые развиваются за счет ассоциаций.

Модульное проектирование [10] предполагает конструктивную, технологическую и функциональную завершенность, которая способствует унификации структурных элементов изделий.

Бионика – это наука об использовании знаний о конструкциях и формах, принципах и технологических процессах живой природы в процессе создания новых объектов [11]. Графическое изучение формы, ее организации и пластической выразительности, а также цветовых и фактурных отношений раскрывает эмоциональную выразительность биологических объектов. Поэтому исследование связей между объектами живой природы и эвристическими приемами способствует созданию нового конструктивного и инновационного решения.

В результате проведенного анализа методов проектирования нами предлагается процесс создания новых конструктивных решений одежды на основе операционных и неоперационных механизмов творчества, который представлен на рис. 1.

На основе предложенного процесса проектирования одежды нами разработаны изделия, на которые получены около 20 патентов Республики Казахстан на промышленные образцы, в том числе: Женское платье-сарафан № 1932, Пальто для беременных женщин №2221, Комплект женский №2222, Комплект летней женской куртки №2232.

В настоящее время получены 2 положительных решения на выдачу патента на промышленный образец: Комплект спецодежды для спасателей министерства по чрезвычайным ситуациям и Женское пальто на основе традиционного народного костюма.

Таким образом, нами предлагается процесс проектирования конструктивных решений одежды, приемлемый на различных стадиях художественного, конструкторского и технологического проектирования, что значительно расширяет действующий ассортимент одежды.

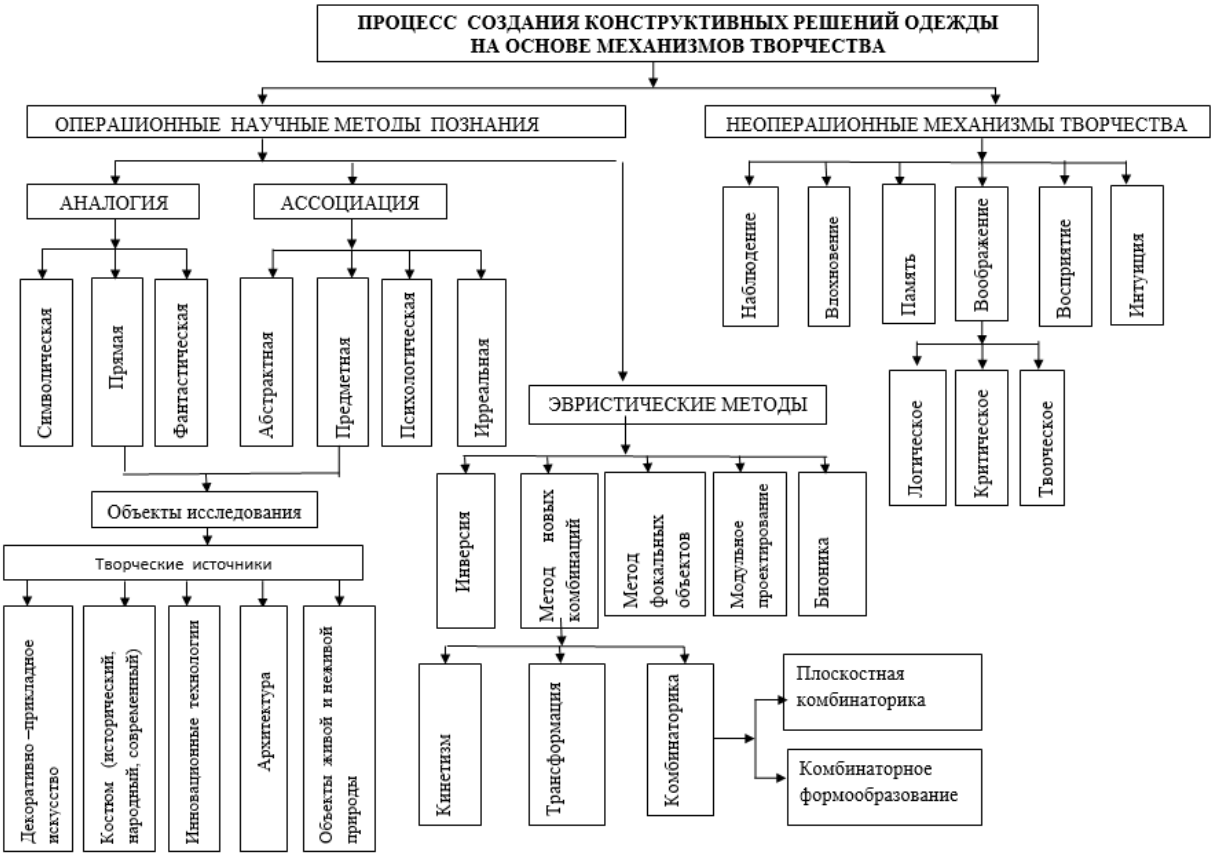


Рис. 1

ВЫВОДЫ

Предложен процесс проектирования конструктивных решений одежды, который предусматривает создание объектов на основе операционных и неоперационных механизмов творчества, что способствует сокращению времени от идеи до нового объекта, а также увеличению продолжительности его жизненного цикла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Межотраслевой фонд эвристических приемов //http://www.stratum.ac.ru/textbooks/intelect/ additional/dop08.htm
2. *Альтушеллер Г.С.* Творчество как точная наука. – М.: Советское радио, 1979.
3. *Скирута М.А., Комиссаров О.Ю.* Инженерное творчество в легкой промышленности. – М.: Легпромбытиздат, 1980.
4. *Половкин А.И.* Основы инженерного творчества. – М.: Машиностроение, 1988.
5. *Нуржасарова М.А.* Теоретические и методологические принципы проектирования современной одежды на основе традиционного казахского костюма: Дис. … докт. техн. наук. – М., 2005.
6. *Бакельман И.Я.* Инверсия. – М.: Наука, 1968.
7. *Нуржасарова М.А., Смайлова У.У., Талгатбекова А.Ж., Тунгатарова Д.Т.* Теоретические принципы проектирования одежды с использованием метода аналогии // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №3. С. 119…121.
8. *Секерина О.В.* Трансформация в одежде. // Архитектон: известия вузов. – 2012, №38. Екатеринбург. http://archvuz.ru/2012
9. *Шверова К.И.* Концепция и методы проектирования в дизайне одежды. www.taby27.ru/ studentam_aspirantam/philos_design/referaty_philos.
10. *Брезгина С.А.* Основы модульного проектирования в женской одежде сложных форм // Технико-технологические проблемы сервиса. – 2014, №3. С. 50…52.
11. Бионика как наука. http://stud24.ru/biology/ bionika-kak-nauka.

REFERENCES

1. Mezhotraslevoj fond jevristicheskih priemov //http://www.stratum.ac.ru/textbooks/intelect/ additional/dop08.htm
2. Al'tusheller G.S. Tvorchestvo kak tochnaja nauka. – M.: Sovetskoe radio, 1979.

3. Skiruta M.A., Komissarov O.Ju. Inzhenernoe tvorchestvo v legkoj promyshlennosti. – M.: Legprombytizdat, 1980.

4. Polovkin A.I. Osnovy inzhenernogo tvorchestva. – M.: Mashinostroenie, 1988.

5. Nurzhasarova M.A. Teoreticheskie i metodologicheskie principy proektirovanija sovremennoj odezhdy na osnove tradicionnogo kazahskogo kostjuma: Dis. … dokt. tehn. nauk. – M., 2005.

6. Bakel'man I.Ja. Inversija. – M.: Nauka, 1968.

7. Nurzhasarova M.A., Smajlova U.U., Talgatbekova A.Zh., Tungatarova D.T. Teoreticheskie principy proektirovanija odezhdy s ispol'zovaniem metoda analogii // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №3. S. 119…121.

8. Sekerina O.V. Transformacija v odezhde. // Arhitekton: izvestija vuzov. – 2012, №38. Ekaterinburg. http://archvuz.ru/2012

9. Shverova K.I. Koncepcija i metody proektirovanija v dizajne odezhdy. www.taby27.ru/ studentam_aspirantam/philos_design/referaty_philos.

10. Brezgina S.A. Osnovy modul'nogo proektirovanija v zhenskoj odezhde slozhnyh form // Tehniko-tehnologicheskie problemy servisa. – 2014, №3. S.50…52.

11. Bionika kak nauka. http://stud24.ru/biology/bionika-kak-nauka.

Рекомендована кафедрой технологии, конструирования изделий и товаров. Поступила 23.06.16.

УДК 621.81:62-752

ВЛИЯНИЕ ДИССИПАТИВНЫХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПАКОВКИ НА ДЕМПФИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ В МОТАЛЬНОМ МЕХАНИЗМЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ МАШИНЫ

THE INFLUENCE OF DISSIPATIVE PROPERTIES OF A TEXTILE BOBBIN FOR DAMPING OSCILLATIONS IN THE WINDING MECHANISM OF A TEXTILE MACHINE

П.Н. РУДОВСКИЙ, С.В. ПАЛОЧКИН, П.А. ЛАРЮШКИН
P.N. RUDOVSKY, S.V. PALOCHKIN, P.A. LARYUSHKIN

**(Костромской государственный технологический университет,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана)
(Kostroma State Technological University,
Bauman Moscow State University Technical University)**
E-mail: ksu@ksu.edu.ru; dm-rk-3@yandex.ru

Рассмотрены результаты расчетно-экспериментального исследования по оценке влияния диссипативных свойств формируемой текстильной паковки на демпфирование колебаний в мотальном механизме текстильной машины.

The results of settlement and experimental study evaluating the effect of dissipative properties of the textile package formed on the damping vibrations in winding mechanism of a textile machine.

Ключевые слова: текстильная паковка, бобинодержатель, веретено, мотальный механизм, колебания, демпфирование, рассеяние энергии, экспериментальное исследование, опытный стенд, коэффициент поглощения.

Keywords: textile packing, bounderball, spindle, winding mechanism, oscillations, damping, energy dissipation, experimental study, experimental stand, absorption coefficient.

Качество паковки, формируемой мотальным механизмом текстильной машины, во многом зависит от виброустойчивости его бобинодержателя или шпинделя веретена. При этом доказано [1], [2], что динамическая модель исполнительного механизма текстильной машины должна включать в себя нарабатываемый текстильный материал как активное звено. Однако традиционные математические модели динамики мотальных механизмов [3] практически не учитывают диссипативных свойств формируемых текстильных паковок. Между тем, согласно резуль-

татам расчетно-экспериментальных исследований [4…8], в них происходит рассеяние энергии поперечных колебаний бобинодержателя или шпинделя веретена, характерных для работы мотальных механизмов.

В связи с этим в представленной работе была поставлена задача оценки влияния диссипативных свойств формируемой текстильной паковки на демпфирование колебаний в мотальном механизме.

Теоретически амплитуда вынужденных колебаний упругого элемента приведенной к одномассовой колебательной системы бобинодержателя или шпинделя веретена без учета рассеяния энергии в текстильной паковке рассчитывается [9] как

$$a = \frac{Q_0}{c\sqrt{(1-\frac{\omega}{\omega_0})^2+(\frac{\psi}{2\pi})^2}}, \qquad (1)$$

где Q_0 – амплитуда возмущающей силы, Н; c – приведенная жесткость колебательной системы, Н/мм; ω – частота вынужденных колебаний, $с^{-1}$; ω_0 – собственная частота колебаний, $с^{-1}$; ψ – коэффициент поглощения (относительное демпфирование) в системе без учета рассеяния энергии колебаний в текстильной паковке.

Тогда амплитуда вынужденных колебаний упругого элемента системы с учетом рассеяния энергии в текстильной паковке составит:

$$a_б = \frac{Q_0}{c\sqrt{(1-\frac{\omega}{\omega_0})^2+(\frac{\psi+\psi_б}{2\pi})^2}}, \qquad (2)$$

где $\psi_б$ – коэффициент поглощения в текстильной паковке.

Следовательно, с учетом (1) и (2) коэффициент уменьшения амплитуды колебаний системы вследствие учета диссипативных свойств текстильной паковки можно определить по формуле:

$$K_a = \frac{a_б}{a} = \frac{\sqrt{(1-K_\omega)^2+(\frac{\psi}{2\pi})^2}}{\sqrt{(1-K_\omega)^2+(\frac{\psi}{2\pi})^2(1+K_\psi)^2}} \le 1, \qquad (3)$$

где $K_\psi = \psi_б/\psi$ – коэффициент соотношения относительного демпфирования в паковке и в остальной конструкции механизма; $K_\omega = \omega/\omega_0$ – коэффициент соотношения вынужденной и собственной частот колебания системы.

На базе (3) были выполнены численные расчеты и построены графики теоретических зависимостей $K_a = f(K_\psi, K_\omega)$, представленные на рис. 1.

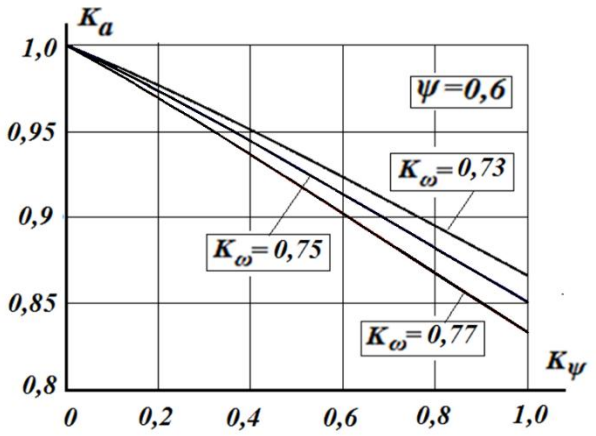


Рис. 1

Согласно данным [3] в расчетах было использовано среднее для динамических моделей типовых конструкций приемно-намоточных устройств с консольным бобинодержателем значение коэффициента поглощения ψ=0,6.

Кроме того, было учтено, что при высокоскоростном наматывании должно соблюдаться условие $\omega_0 \ge 1{,}3\,\omega$ или $\omega/\omega_0 \le 0{,}77$, при котором сравнительно тяжелый бобинодержатель во время разгона не проходил бы через первую зону критических частот вращения [10].

Для определения экспериментального значения K_a был использован лабораторный стенд (рис. 2), имеющий приемно-намоточный механизм фрикционного типа с консольной осью бобинодержателя. Механизмы данного вида широко применяются в высокоскоростных машинах для формирования синтетических нитей. Максимальная скорость намотки нити на стенде составляет 6000 м/мин.

Рис. 2

Испытания проводили в два этапа. На первом из них с помощью виброизмерительной системы, описанной в [4], [7], записывались виброграммы оси бобинодержателя с формируемой текстильной паковкой, имеющей конечную массу 2 кг. На втором этапе с целью исключения влияния рассеяния энергии колебаний в паковке на характер вибраций системы без изменения ее жесткостных и инерционных характеристик паковку заменяли равным ей по массе однородным стальным цилиндром, который плотно устанавливали на бобинодержатель, и записывали аналогичные виброграммы.

Обработку результатов эксперимента проводили путем взаимного наложения виброграмм, полученных на первом и втором этапах испытаний, и сравнения значений амплитуд колебаний на конечных участках, когда масса бобины достигала массы цилиндра. При этом точность определения абсолютных значений амплитуд установившихся колебаний не влияла на искомые значения их отношений.

Статистическая обработка опытных данных позволила установить, что в условиях проведения испытаний среднее значение коэффициента $K_a = 0,9$ с доверительным интервалом $\pm 0,2$. Следовательно, амплитуда вынужденных колебаний бобинодержателя при наличии формируемой паковки снижалась в среднем на 10% по сравнению с амплитудой колебаний бобинодержателя со стальным цилиндром, внутреннее трение в материале которого [9] на порядок меньше конструкционного демпфирования колебаний в паковке, величина которого увеличивается с ростом ее массы [4], [7], [8].

Анализ графиков, представленных на рис. 1, показывает, что при $K_a = 0,9$ значения коэффициента K_ψ лежат в диапазоне от 0,6 до 0,75. Следовательно, коэффициент $K_{дп}$ влияния диссипативных свойств паковки на демпфирующую способность мотального механизма в целом составляет

$$K_{дп} = \frac{\psi_б}{\psi+\psi_б} = \frac{\psi K_\psi}{\psi+\psi K_\psi} = \frac{K_\psi}{1+K_\psi} = \frac{0,6}{1+0,6} \dots \frac{0,75}{1+0,75} = 0,38 \dots 0,43 . \quad (4)$$

ВЫВОДЫ

1. В балансе рассеяния энергии колебаний в мотальном механизме при частоте, близкой к максимально допускаемой, диссипация энергии в формируемой текстильной паковке составляет около 40% демпфирующей способности механизма в целом.

2. Учет диссипативных свойств текстильных паковок позволяет повысить расчетное значение коэффициента поглощения мотального механизма и соответственно снизить расчетное значение амплитуды поперечных колебаний бобинодержателя в среднем на 10%.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Титов С.Н.* Нелинейная механика текстильных процессов. – Кострома: КГТУ, 2004.

2. *Палочкин С.В., Рудовский П.Н., Нуриев М.Н.* Методы и средства контроля основных параметров текстильных паковок. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2006.

3. *Матюшев И.И., Климов В.А., Мазин Л.С. и др.* Высокоскоростные приемно-намоточные механизмы для химических нитей. – М.: Легпромбытиздат, 1991.

4. *Колягин А.Ю., Палочкин С.В.* Экспериментальные исследования демпфирования колебаний в крутильно-мотальном механизме // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №S2. С. 91...95.

5. *Рудовский П.Н., Палочкин С.В., Колягин А.Ю., Лабай Н.Ю.* Демпфирование колебаний в цилиндрическом теле намотки при изгибе оправки

// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 5. С.95...100.

6. *Лабай Н.Ю., Рудовский П.Н., Палочкин С.В.* Расчет рассеяния энергии колебаний в цилиндрической текстильной паковке с параллельной намоткой нити // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 4. С. 61...65.

7. *Лабай Н.Ю., Палочкин С.В.* Экспериментальные исследования демпфирования колебаний в приемно-намоточном механизме // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №2. С.121...125.

8. *Палочкин С.В., Лабай Н.Ю., Рудовский П.Н.* Экспериментальные исследования демпфирования колебаний в текстильных паковках с крестовой намоткой нити // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №3. С.141...145.

9. Вибрации в технике: Справочник. В 6 томах / Ред. В.Н. Челомей (пред). – Т. 3. Колебания машин, конструкций и их элементов / Под ред. Ф.М. Диментбарга и К.С. Колесникова. – М.: Машиностроение, 1980.

10. Основы проектирования текстильных машин / Под общ. ред. А.М.Макарова. – М.: Машиностроение, 1976.

R E F E R E N C E S

1. Titov S.N. Nelinejnaja mehanika tekstil'nyh processov. – Kostroma: KGTU, 2004.

2. Palochkin S.V., Rudovskij P.N., Nuriev M.N. Metody i sredstva kontrolja osnovnyh parametrov tekstil'nyh pakovok. – M.: MGTU im. A.N. Kosygina, 2006.

3. Matjushev I.I., Klimov V.A., Mazin L.S. i dr. Vysokoskorostnye priemno-namotochnye mehanizmy dlja himicheskih nitej. – M.: Legprombytizdat, 1991.

4. Koljagin A.Ju., Palochkin S.V. Jeksperimental'nye issledovanija dempfirovanija kolebanij v krutil'no-motal'nom mehanizme // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2009, №S2. S. 91...95.

5. Rudovskij P.N., Palochkin S.V., Koljagin A.Ju., Labaj N.Ju. Dempfirovanie kolebanij v cilindricheskom tele namotki pri izgibe opravki // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2010, № 5. S.95...100.

6. Labaj N.Ju., Rudovskij P.N., Palochkin S.V. Raschet rassejanija jenergii kolebanij v cilindricheskoj tekstil'noj pakovke s parallel'noj namotkoj niti // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, № 4. S. 61...65.

7. Labaj N.Ju., Palochkin S.V. Jeksperimental'nye issledovanija dempfirovanija kolebanij v priemno-namotochnom mehanizme // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 2. S.121...125.

8. Palochkin S.V., Labaj N.Ju., Rudovskij P.N. Jeksperimental'nye issledovanija dempfirovanija kolebanij v tekstil'nyh pakovkah s krestovoj namotkoj niti // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №3. S.141...145.

9. Vibracii v tehnike: Spravochnik. V 6 tomah / Red. V.N. Chelomej (pred). – T. 3. Kolebanija mashin, konstrukcij i ih jelementov / Pod red. F.M. Dimentbarga i K.S. Kolesnikova. – M.: Mashinostroenie, 1980.

10. Osnovy proektirovanija tekstil'nyh mashin / Pod obshh. red. A.M.Makarova. – M.: Mashinostroenie, 1976.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 01.02.16.

УДК 677.052.48

РАСЧЕТ КРИТИЧЕСКОЙ СКОРОСТИ РОТОРА НА ШАРИКОВЫХ ОПОРАХ ПНЕВМОПРЯДИЛЬНЫХ МАШИН

CALCULATION OF CRITICAL SPEED OF THE ROTOR ON BALL SUPPORT OF PNEUMOSPINNING MACHINES

С.М. БЕЛИНИС, А.С. ЖДАНОВ, П.Г. БЕЛИНИС
S.M. BELINIS, A.S. ZHDANOV, P.G. BELINIS

(Димитровградский инженерно-технологический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ")
(Dimitrovgrad Institute of Industrial Engineering Branch National Research Nuclear University "MEPhl")
E-mail: diti@mephi.ru, http://diti-mephi.ru

Получено решение определения критических скоростей ротора в виде балки на двух опорах с двумя консольными участками и сосредоточенной массой на конце с эксцентриситетом по уравнению А.Н. Крылова. Для решения частотного определителя составлена программа для ЭВМ.

The solution of determination of critical speeds of a rotor in the form of a beam on two support with two console sites and the concentrated weight on the end with eccentricity on A.N. Krylov's equation is received. For the solution of frequency determinant the computer program is made.

Ключевые слова: критическая частота вращения, интеграл А.Н. Крылова, граничные условия, частотный определитель, дорезонансный и зарезонансный режимы.

Keywords: the critical speed, the integral A.N. Krylov, boundary conditions, determinant of the frequency, below resonance and after resonance modes.

Представим ротор пневмопрядильной машины для волокон хлопка в виде балки с интенсивностью распределенной массы балки m_1 на двух опорах с двумя консольными участками и сосредоточенной массой m на конце с величиной эксцентриситета e (рис. 1 – расчетная схема по методу А.Н. Крылова) [1].

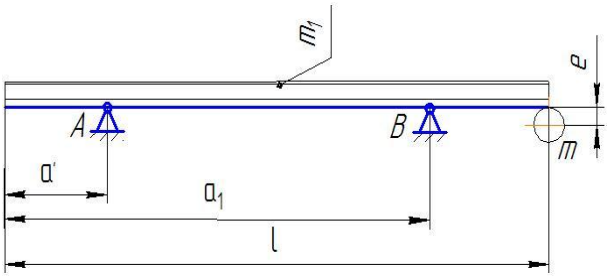


Рис. 1

Для описания первого участка $0 < x < a$ используем граничные условия. Нулю равны поперечные силы и изгибающий момент. Поэтому при $x = 0$ вторая и третья производные равны нулю, то есть $y_1'' = 0$ и $y_1''' = 0$, и постоянные, определяемые граничными условиями, C и D равны нулю. Общее решение примет вид:

$$y_1(x) = AS(kx) + BT(kx). \qquad (1)$$

Для описания второго участка необходимо учесть величину реакции в опоре с координатой x= a:

$$y_2(x) = AS(kx) + BT(kx) + \frac{R_1}{k^3 EJ} V[k(x-a)], \qquad (2)$$

где третье слагаемое является опорной реакцией, называется интегралом А.Н.Крылова.

Для описания третьего участка необходимо учесть величину реакции в опоре с координатой $x= a_1$:

$$y_3(x) = AS(kx) + BT(kx) + \frac{R_1}{k^3 EJ} V[k(x-a)] + \frac{R_2}{k^3 EJ} V[k(x-a_1)]. \qquad (3)$$

Для определения произвольных постоянных A, B и величин опорных реакций R_1, R_2 используются граничные условия.

Исходим из начальных условий на правом конце вала и в опорах.

При $x = a_1$, $y_2 = 0$:

$$y_2 = AS(ka_1) + BT(ka_1) + \frac{R_1}{k^3 EJ} V[k(a_1 - a)] = 0. \qquad (5)$$

При $x = \ell$, $y_3'' = 0$:

$$y_3'' = k^2[AU(k\ell) + BV(k\ell) + \frac{R_1}{k^3 EJ} T[k(\ell - a)] + \frac{R_2}{k^3 EJ} T[k(\ell - a_1)]] = 0. \qquad (6)$$

При $x= a$, $y_1 = 0$:

$$y_1 = AS(ka) + BT(ka) = 0. \qquad (4)$$

Для правого конца центробежная сила от массы m будет равна:

$$P = m\omega^2(y_3 + e), \qquad (7)$$

$$P = EJy_3'''. \qquad (8)$$

Приравнивая уравнения (7) и (8), получаем:

$$EJy_3''' = m\omega^2(y_3 + e). \qquad (9)$$

Подставляя значения y_3 и y_3''', получим:

$$EJk^3[AT(kx) + BU(kx) + \frac{R_1}{k^3EJ}S[k(x-a) + \frac{R_2}{k^3EJ}S[k(x-a_1)]] =$$

$$= m\omega^2[e + AS(kx) + BT(kx) + \frac{R_1}{k^3EJ}V[k(x-a)] + \frac{R_2}{k^3EJ}V[k(x-a_1)]]. \qquad (10)$$

Обозначим $\omega=\omega_{кр}$ и $M = \frac{m\omega_{кр}^2}{EJk^3} = \frac{m}{m_1}k.$ (11)

Сгруппируем слагаемые относительно A, B, R_1, R_2 и введем $x = \ell$:

$$A[T(k\ell) - MS(k\ell)] + B[U(k\ell) - MT(k\ell)] + \frac{R_1}{k^3EJ}[S[k(\ell-a)] - MV[k(\ell-a)]] +$$

$$+ \frac{R_2}{k^3EJ}[S[k(\ell-a_1) - MV[k(\ell-a_1)]] = Me. \qquad (12)$$

Составим частотный определитель из уравнений (4), (5), (6), (12):

$$\Delta(k\ell) = \begin{vmatrix} S(ka) & T(ka) & 0 & 0 \\ S(ka_1) & T(ka_1) & V[k(a-a_1)] & 0 \\ U(k\ell) & V(k\ell) & T[k(\ell-a)] & T[k(\ell-a_1)] \\ T(k\ell)-MS(k\ell) & U(k\ell)-MT(k\ell) & S[k(\ell-a)-MV[k(\ell-a)]] & S[k(\ell-a_1)-MV[k(\ell-a_1)]] \end{vmatrix}.$$

Для нахождения корней $(k\ell)$ для ротора необходимо частотный определитель приравнять нулю. В результате найдем бесконечное число корней $(k_i\ell)$, а следовательно, и критических скоростей. На практике достаточно определить две или три критические скорости.

Значение критической скорости определяем из формулы (11):

$$\omega_{кpi} = (k_i\ell)^2\sqrt{\frac{EJ}{m_1}}. \qquad (13)$$

Подставляя значения $(k_i\ell)$ в формулу (13), получаем значения критических скоростей.

С помощью программ, написанных на языке C #, определены первая и вторая критические частоты ротора [2], [3]. На рис. 2 (изображение программы) представлены результаты расчета. По методу А.Н. Крылова $n_{кр1}$= 95767 мин$^{-1}$, $n_{кр2}$= 703010 мин$^{-1}$.

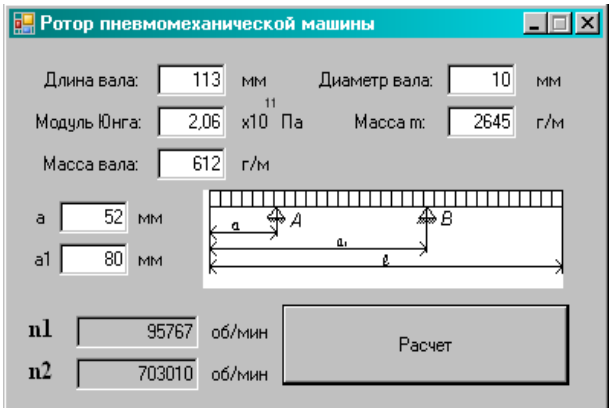


Рис. 2

Для нормальной работы ротора должно соблюдаться следующее условие:

– в дорезонансном режиме

$$n_p < 0{,}7\, n_{кр1}, \qquad (14)$$

– в зарезонансном режиме

$$1{,}4\ n_{кр1} < n_р < 0{,}7\ n_{кр2}, \qquad (15)$$

где $n_р$ – рабочая частота ротора; $n_{кр1}$ – первая критическая частота ротора; $n_{кр2}$ – вторая критическая частота ротора.

Определим зоны работы ротора:

– в дорезонансном режиме

$$n_р < 0{,}7 \cdot 95767 \text{ мин}^{-1},$$

$$n_р < 67036 \text{ мин}^{-1},$$

в зарезонансном режиме

$$1{,}4 n_{кр1} < n_р ,$$

$$1{,}4 \cdot 95767 < n_р;\ n_р \geq 133000 \text{ мин}^{-1}.$$

В Ы В О Д Ы

1. Решена задача по составлению матрицы для определения критических частот ротора по методу А.Н. Крылова.

2. Составлена программа на языке C#, позволяющая определить критические частоты вращения ротора.

3. Рабочую частоту вращения ротора можно повысить до 67036 мин$^{-1}$, не попадая в зону резонанса, или работать в зарезонансном режиме свыше 133000 мин$^{-1}$.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Пановко Я.Г.* Основы прикладной теории колебаний и удара. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Л.: Машиностроение,1976.

2. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2007611940. Определение критической скорости ротора пневмомеханической машины по методу Крылова / Белинис С.М., Левин Е.С. – Пост. 27.03.2007. Зарегистрировано 14.05.2007.

3. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007612583. Программа расчета второй критической скорости ротора методом Крылова / Белинис С.М., Левин Е.С. – Пост. 27.04.2007. Зарегистрировано 19.06.2007.

R E F E R E N C E S

1. Panovko Ja.G. Osnovy prikladnoj teorii kolebanij i udara. – Izd. 3-e, pererab. i dop. – L.: Mashinostroenie,1976.

2. Svidetel'stvo ob oficial'noj registracii programmy dlja JeVM №2007611940. Opredelenie kriticheskoj skorosti rotora pnevmomehanicheskoj mashiny po metodu Krylova / Belinis S.M., Levin E.S. – Post. 27.03.2007. Zaregistrirovano 14.05.2007.

3. Svidetel'stvo ob oficial'noj registracii programmy dlja JeVM № 2007612583. Programma rascheta vtoroj kriticheskoj skorosti rotora metodom Krylova / Belinis S.M., Levin E.S. – Post. 27.04.2007. Zaregistrirovano 19.06.2007.

Рекомендована кафедрой технологии машиностроения и машин и аппаратов. Поступила 06.04.16.

УДК 621:658.562; 677.05

УСТРОЙСТВО ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ПОДАЧИ УТОЧНОЙ НИТИ ПРОКЛАДЧИКУ НА МНОГОЦВЕТНЫХ ТКАЦКИХ СТАНКАХ СТБ

THE PNEUMATIC DELIVERY DEVICE WEFT LAYING ON MULTI-COLORED LOOMS STB

Е.С. ТЕМИРБЕКОВ, А.А. ДЖОМАРТОВ, Н.С.ЗАУРБЕКОВ, Г.Н.ЗАУРБЕКОВА
E.S. TEMIRBEKOV, A.A. JOMARTOV, N.S. ZAURBEKOV, G.N. ZAURBEKOVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан,
Институт механики и машиноведения им. академика Джолдасбекова У.А., Республика Казахстан)
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan,
Institute of Mechanics and Mechanical Engineering named after Academician Zholdasbekov U.A., Republic of Kazakhstan)
E-mail: temirbekove@mail.ru, legsert@mail.ru

В статье рассматривается ткацкий станок СТБ с пневматической подачей уточной нити. Основное отличие ткацкого станка СТБ с пневматической подачей уточной нити от ткацких станков СТБ с механической подачей уточной нити заключается в схеме ее передачи прокладчику. Подача уточной нити прокладчику на ткацком станке СТБ осуществляется за счет использования воздушного сопла. За счет применения для передачи нити прокладчику воздушного сопла упрощается механизм смены цвета, исключаются ненадежные механизмы, вызывающие наибольшее число отказов. Это – нитеподаватели и механизм раскрывателя пружины нитеподавателя.

The article discusses the loom STB with pneumatic feed of the weft.The main difference between the loom STB with pneumatic feed of the weft from the looms STB with a mechanical feed of the weft is in the scheme of transmission to the projectile. Transmission weft to the projectile on a loom STB is performed through the use of the air nozzle.Through the use for the transmission the weft to projectile by the air nozzle, simplifies the mechanism of color change, excluded the most unreliable mechanisms causing the most number of failures such as mechanism of thread catcher and opener of springs of projectile weft.

Ключевые слова: ткацкий станок СТБ, сопло, прокладчик, уток.

Keywords: loom STB, nozzle, projectile, weft.

В процессе работы ткацкого станка СТБ при подаче уточной нити прокладчику и прокладывании ее в зев участвует большое число взаимодействующих друг с другом или связанных посредством нити механизмов. Ряд деталей этих механизмов работают в условиях сухого трения, быстро изнашиваются и часто выходят из строя. Наиболее ненадежным является механическое устройство подачи уточной нити прокладчику.

Устройство для подачи уточной нити прокладчику на многоцветных станках значительно упрощается путем применения для передачи нити прокладчику воздушного сопла. При этом существенно упрощается механизм смены цвета, становятся ненужными нитеподаватели, их привод и механизм раскрывателя пружины нитеподавателя, то есть исключаются самые ненадежные механизмы, вызывающие наибольшее число отказов.

Для обеспечения надежного технологического процесса передачи нити прокладчику очень важно знать скорость и время передачи нити прокладчику воздушным соплом. Это важнейшие параметры технологического процесса. Они необходимы для разработки циклограмм механизмов, участвующих в процессе, и для проектирования самого сопла. Наиболее полно вопросы движения нити через сопло рассмотрены в работах [1…3]. В [3] представлена методика определения скорости воздушного потока сопла при заданном законе движения нити. Результаты этой работы позволяют выбрать оптимальные параметры сопла. В [4…7] разработаны конструкции сопел для многоцветного ткацкого станка и показаны устройства управления подачей нитей к соплу, состоящие из водилок компенсаторов и уточных тормозов.

Используя результаты рассмотренных работ, можно спроектировать сопло для подачи нити прокладчику [8] и после экспериментального исследования сопла и анализа кинематики механизмов раскрывателя пружины прокладчика, компенсатора и тормоза уточной нити составить оптимальные циклограммы и осуществить синтез этих механизмов, обеспечивающих

надежный процесс передачи нити прокладчику соплом.

Принципиальное отличие ткацкого станка СТБ с пневматической подачей уточной нити от ткацких станков СТБ с механической подачей уточной нити заключается в схеме ее передачи прокладчику.

Схема подачи уточной нити с помощью сопла приведена на рис. 1. Сопло 1 установлено на станке соосно прокладчику утка 2. Каждая уточная нить 3 от бобины 4 через тормоз 5, компенсатор 6 и сопло 1 проходит к прокладчику утка 2.

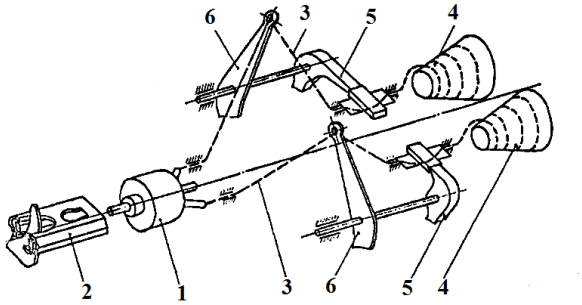


Рис. 1

Электрические или механические тормоза 5 зажимают уточные нити 3, а компенсаторы 6, вытянув нити петлями, удерживают их концы в каналах сопла 1. Программирующий механизм задает последовательность смены уточных нитей, которые подаются прокладчику утка за счет того, что срабатывают соответствующие компенсатор и тормоз, согласно цикло-грамме станка. Во время подачи соответствующей нити 3 компенсатор 6 ослабляет нить, в результате чего она потоком воздуха увлекается в выходной патрубок сопла 1 и поступает в прокладчик утка 2, где захватывается зажимными губками пружины прокладчика утка. После захвата нити 3 тормоз 5 отпускает ее и происходит прокладывание прокладчика утка 2 в зев батана. Когда прокладчик утка 2 влетает в приемную коробку станка, происходит зажим нити 3 тормозом 5. Затем компенсатор 6 вытягивает нить, при этом величина ее натяжения регулируется силой тормоза 5. Натянутая уточная нить 3 обрезается вблизи выходного патрубка сопла 1. Перед отрезанием нить 3 жестко зажимается тормозом 5. Отрезанная нить втягивается компенсатором 6 внутрь сопла 1. Далее таким же образом подается следующая нить.

Из схемы на рис. 1 видно, что в подаче уточной нити прокладчику утка с помощью воздушного сопла участвуют следующие механизмы – компенсатор, тормоз уточной нити, подъемник, раскрыватель пружины прокладчиков утка и левые уточные ножницы.

Циклограмма механизмов подъемника, раскрывателя пружины прокладчиков и компенсатора уточной нити ткацкого станка СТБ с пневматической подачей уточной нити имеет в отличие от станков СТБ с механической подачей следующие особенности. 1). В момент отрезания и захвата зажимными губками пружины прокладчиков уточной нити водилка компенсатора должна иметь выстой. 2). В момент подачи уточной нити прокладчику утка механизм раскрывателя пружины прокладчиков должен иметь выстой.

Циклограмма механизмов, участвующих в подаче нити, с учетом точности изготовления деталей и условий оптимального разгона нити компенсатора для станков с углом боя 140° была получена при помощи метода, предложенного в [9].

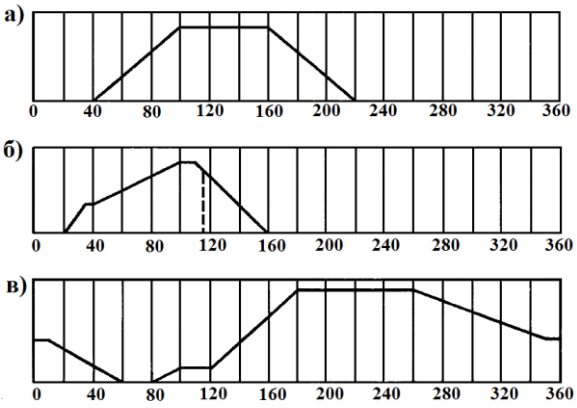


Рис. 2

На рис. 2 показана циклограмма механизмов, участвующих в подаче нити, где обозначены: а) – механизм подъема

прокладчиков, б) – механизм раскрывателя пружины прокладчиков, в) – механизм компенсатора уточной нити.

Время подъема (40…100° главного вала) и опускания (160…220° главного вала) механизма подъемника выбиралось из условия, что контактные напряжения в ролике кулачковой пары не должны превышать допустимых напряжений.

Начало движения механизма раскрывателя выбираем из условия подачи прокладчика утка в уточно-боевую коробку транспортером.

Для устранения удара прокладчиков утка о подъемник необходимо подавать их в уточно-боевую коробку позже примерно на 20° поворота главного станка.

На основании этого предположения начало движения механизма раскрывателя при входе крючка в прокладчик утка будет:

$$\varphi_{\text{пр}} = \varphi_{\text{гв}}^{\text{в}} + 20^{\circ}.$$

Выход крючка раскрывателя из прокладчика утка выбран таким образом, чтобы захват нити зажимными губками пружины прокладчиков происходил при 115° положения главного вала станка.

Подача уточной нити компенсатором в прокладчик утка происходит при 80…100° главного вала станка. Величина подаваемой нити соплом равна 40 мм.

Выстой механизма компенсатора (110…120° вала станка) необходим для того, чтобы захват нити зажимными губками происходил при неподвижной водилке компенсатора.

Закон движения водилки механизма компенсатора при разгоне нити был выбран из условия ее минимального натяжения при полете прокладчика утка.

Для повышения надежности подачи нити к зажимным губкам прокладчика утка разработано новое сопло для избирательной подачи нитей к прокладчику утка бесчелночных ткацких станков, где достигнуто увеличение крутки конца нити и более устойчивое ее положение относительно зажимных губок пружины.

Общий вид сопла для четырехцветного механизма смены цвета приведен на рис. 3. Сопло состоит из корпуса 1, имеющего входные 2 и выходной 3 патрубки. В корпусе 1 имеются камеры 4, которые совместно с входными патрубками 2 расположены радиально.

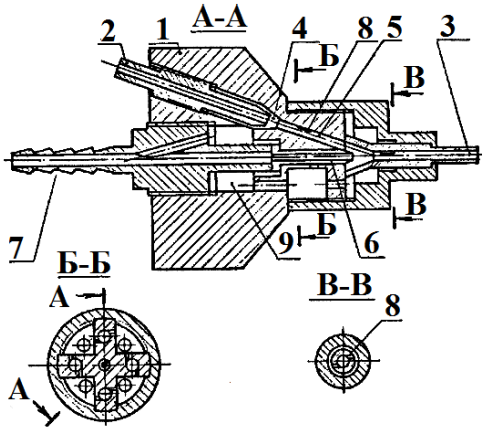


Рис. 3

Между выходным патрубком и камерами 4 имеются каналы 5 для концов уточных нитей, которые относительно выходного патрубка 3 расположены радиально. Соосно выходному патрубку 3 установлен эжектор 6 и штуцер 7 для подачи воздуха. В канале 5 и выходном патрубке 3 прорезаны пазы 8 по касательной к поверхности отверстий. В корпусе 1 имеется камера 9, которая сообщается с камерами 4 и отверстием штуцера.

При подаче воздуха в камеру 9 через штуцер 7 в камере 4 создается разряжение, за счет чего происходит всасывание нити в канал входного патрубка 2. Затем нить поступает в канал 5, где она закручивается вместе с основным воздушным потоком струей воздуха, подаваемой через пазы 8. При дальнейшем движении нить попадает в выходной патрубок 3, где также закручивается струей воздуха, подаваемой через пазы 8. При выходе из сопла нить продолжает движение в закрученном потоке воздуха. Величиной закрутки основного воздушного потока вместе с нитью в патрубке 3 можно добиться устойчивого положения конца нити, вышедшего из сопла, относительно губок пружины утка. Закрученный

конец нити, имеющий устойчивое положение, более надежно захватывается зажимными губками пружины.

Для разработки рабочих чертежей сопла проведен расчет конструктивных параметров сопла с учетом распределенных сил инерции [10]. Расчетная схема приведена на рис. 4.

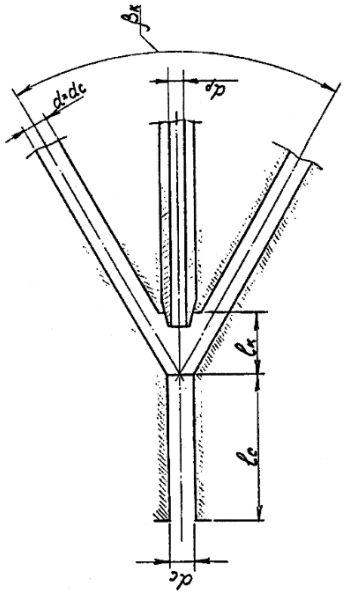


Рис. 4

Исходные данные. Рабочая среда: воздух, давление $\Delta P_р = 100$ мм вод.ст. (Р =10433 мм вод. ст.); инжектируемая среда: воздух, давление вод. ст.; необходимое повышение давления $\Delta P_с = 2$мм вод.ст.

Диаметр смесителя выбираем из условий: $d_с \le h_{пр} = 3$мм, где $h_{пр}$ – толщина зажимных губок пружины прокладчика утка.

Оптимальное отношение площади смесителя к площади рабочего сопла определяем по формуле:

$$\left(\frac{f_с}{f_р}\right)_{opt} = K^2 \frac{\Delta P_0}{\Delta P_с},$$

где К=0,85 – коэффициент расхода рабочего сопла.

Следовательно:

$$d_р = d_с \left\{ K^2 \frac{\Delta P_р}{\Delta P_с} \right\}^{\frac{1}{2}} = 0{,}49 \text{ мм}.$$

Принимаем d=0,5 мм. Весовая кратность инжекции:

$$n = B + 2C + \frac{\gamma_{оп} T_р}{\gamma_{ср} T_п} \left(\sqrt{R} - B\right) / 2(B - C) = 0{,}465,$$

где

$$R = (r_1 + r_2 - r_3) + 4r_1 (B - C)(r_1 + r_2 - r_3);$$

$$r_1 = \frac{\gamma_{об} T_п}{\gamma_{оп} T_р} C; \quad r_2 = \frac{2f_с}{f_р};$$

$$r_3 = \frac{1}{K^2} \left(\frac{f_с}{f_р}\right)^2 \frac{\Delta P_с}{\Delta P_р};$$

B=1,3; C=0,85.

Длина смесителя $\ell_с = 4d_с = 12$ мм. Исходя из привязки сопла к станку, принимаем $\ell_с = 26{,}5$ мм. Длина выходного конфузора $\ell_k = d_с = 3$ мм. Угол снижения конфузора $\beta_k \le 40^\circ$. Так как с уменьшением угла β_k значительно увеличиваются габаритные размеры сопла, принимаем $\beta_k = 40^\circ$. При проработке конструкции сопла длина выходного конфузора не может быть выполнена меньше 8,5 мм.

В Ы В О Д Ы

Разработанное устройство пневматической подачи уточной нити прокладчику на многоцветных ткацких станках СТБ позволяет значительно упростить конструкцию станка за счет ликвидации сложных механизмов, вызывающих наибольшее число отказов процесса подачи нити, и тем самым повысить производительность и ассортиментные возможности станка СТБ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Попов С.Г.* О продольной тяге нити воздушной струей // Текстильная промышленность. – 1961, №5. С.57…59.
2. *Попов С.Г., Яковлев Я.С.* Некоторые случаи движения прямой нити вдоль оси в продольном потоке // Текстильная промышленность. – 1966, №6. С.52…55.
3. *Пилипенко В.А.* Пневматические механизмы прокладывания нити. – М.: Легкая индустрия, 1977.
4. Авторское свидетельство СССР №183135. Сопло для избирательной подачи нитей к прокладчику утка бесчелночного ткацкого станка / Л.М. Певзнер, А.А. Ротенбург. Опубл. 9.06.66. Бюл. №12.
5. Авт.свидетельство ЧССР №161001,кл.29 с 6/30 (ДО1 5/14). Устройство для подачи нити на текстильных машинах. Опубл.15.11.75.
6. Авт.свидетельство ЧССР №160836,кл.86 с, 14/05 (ДОЗ 47/30). Устройство для подачи уточной нити при смене утка. Опубл.15.10.75.
7. Авт.свидетельство ЧССР, №157565, кл.86с 14/01 (ДОЗ 47/30). Способ прокладывания уточной нити и устройство для его осуществления. Опубл.15.04.75.
8. *Уалиев Г.У., Джомартов А.А.* Динамика механизмов ткацких станков-автоматов СТБ. – Алматы: Тауар, 2003.
9. *Джомартов А.А., Уалиев Г.У.* Модель циклограммы машины-автомата // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сер. Машиностроение. – 2010, №2. С.59…70.
10. *Темирбеков Е.С.* Конечно-элементное моделирование рычажных механизмов. Разработка мобильных подмостей. – Астана, 2007.

REFERENCES

1. Popov S.G. O prodol'noj tjage niti vozdushnoj struej // Tekstil'naja promyshlennost'. – 1961, №5. S.57…59.
2. Popov S.G., Jakovlev Ja.S. Nekotorye sluchai dvizhenija prjamoj niti vdol' osi v prodol'nom potoke // Tekstil'naja promyshlennost'. – 1966, №6. S.52…55.
3. Pilipenko V.A. Pnevmaticheskie mehanizmy prokladyvanija niti. – M.: Legkaja industrija, 1977.
4. Avtorskoe svidetel'stvo SSSR №183135. Soplo dlja izbiratel'noj podachi nitej k prokladchiku utka beschelnochnogo tkackogo stanka / L.M. Pevzner, A.A. Rotenburg. Opubl. 9.06.66. Bjul. №12.
5. Avt.svidetel'stvo ChSSR №161001,kl.29 s 6/30 (DO1 5/14). Ustrojstvo dlja podachi niti na tekstil'nyh mashinah. Opubl.15.11.75.
6. Avt.svidetel'stvo ChSSR №160836,kl.86 s, 14/05 (DOZ 47/30). Ustrojstvo dlja podachi utochnoj niti pri smene utka. Opubl.15.10.75.
7. Avt.svidetel'stvo ChSSR, №157565, kl.86s 14/01 (DOZ 47/30). Sposob prokladyvanija utochnoj niti i ustrojstvo dlja ego osushhestvlenija. Opubl.15.04.75.
8. Ualiev G.U., Dzhomartov A.A. Dinamika mehanizmov tkackih stankov-avtomatov STB. – Almaty: Tauar, 2003.
9. Dzhomartov A.A., Ualiev G.U. Model' ciklogrammy mashiny-avtomata // Vestnik MGTU im. N. Je. Baumana. Ser. Mashinostroenie. – 2010, №2. S.59…70.
10. Temirbekov E.S. Konechno-jelementnoe modelirovanie rychazhnyh mehanizmov. Razrabotka mobil'nyh podmostej. – Astana, 2007.

Рекомендована кафедрой инженерной графики и прикладной механики. Поступила 30.03.16.

УДК 621.01

ПРОЧНОСТЬ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДМОСТЕЙ ПМД-5.2М

STRENGTH OF BEARING ELEMENTS OF FALSEWORK PMD-5.2M

Е.С. ТЕМИРБЕКОВ, Н.С.ЗАУРБЕКОВ, Г.Н.ЗАУРБЕКОВА
E.S. TEMIRBEKOV, N.S. ZAURBEKOV, G.N. ZAURBEKOVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)
E-mail: temirbekove@mail.ru

Автоматизация основных технологических операций в легкой и текстильной промышленности достигла такого уровня, что операции транспортировки и складирования полуфабрикатов, изделий и отходов производства, загрузки и разгрузки технологического оборудования требуют создания более экономичных и высокоэффективных средств выполнения этих операций. Подмости на базе рычажных механизмов оказались тем звеном, кото-

рое позволяет решать задачи комплексной автоматизации на более высоком уровне, объединяя основное технологическое оборудование, подъемно-транспортные машины предприятия в единый автоматизированный комплекс. Для Казахстана разработка отечественных подмостей, дешевых по стоимости и не уступающих по техническим характеристикам зарубежным аналогам, является задачей актуальной.

Automation of the main processing steps in the light and textile industry has reached such a level that the operation of transportation and storage of semi-finished products and production waste, loading and unloading process equipment require a more economical and highly effective implementation of these operations. Falseworks based lever mechanisms allows to solve complex automation tasks at a higher level, combining the basic technological equipment, lifting and transport machinery enterprises into a single automated system. For Kazakhstan, development of domestic falsework, cheap cost, not inferior to foreign analogues specifications, is the task urgent.

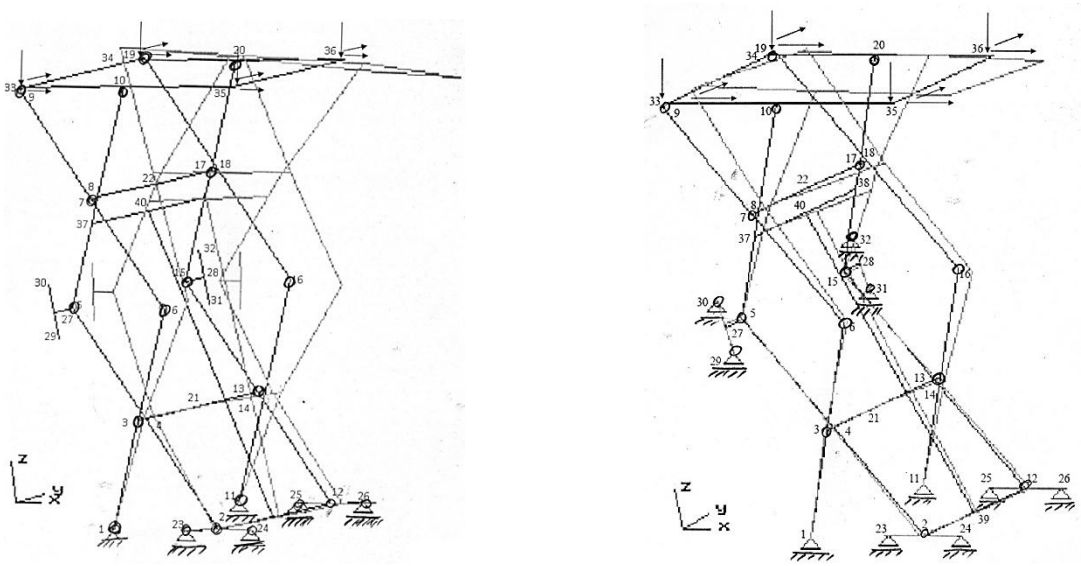
Ключевые слова: подмости, конструкция, прочность, жесткость.

Keywords: falsework, construction, strength, stiffness.

Для Казахстана разработка отечественных подмостей, дешевых по стоимости и не уступающих по техническим характеристикам, является задачей актуальной [1…4]. Нами были проведены НИОКР, в ходе которых разработаны проектно-конструкторская документация (ПКД) подмостей и проведены расчеты на прочность и жесткость [5…12]. Цель этих исследований – разработка и изготовление в Казахстане отечественного типоразмерного ряда подмостей. Одна из задач по реализации цели была разработка ПКД типоразмерного ряда подмостей. Объектом исследования являлся типоразмерный ряд подмостей.

Предмет исследования – расчет на прочность и жесткость элементов типоразмерного ряда подмостей. Расчет проводили конечно-элементным моделированием с использованием программных комплексов (ПК) "Лира" и "Инвентор" [13], [14]. Проведенные нами расчеты были использованы при разработке ПКД подмостей. Эти расчеты представляют не только практический (по ним уже можно изготавливать опытно-промышленные образцы подмостей), но и теоретический интерес (показано, как можно упростить расчеты подмостей на примере балок, являющихся несущими элементами конструкций подмостей). Данная тема (расчеты) хорошо освещена в технической литературе, Интернете и буклетах различных зарубежных фирм. Однако представлены лишь конечные образцы подмостей, их общие виды, общие технические характеристики и прайс-листы. Предварительная оценка показала, что если производить подмости в Казахстане, их стоимость будет не менее чем в два-три раза меньше, а технические характеристики отечественных подмостей будут не ниже, чем у зарубежных подмостей. С практической точки зрения новизна работы очевидна – разработаны отечественные подмости, дешевле по стоимости и не уступающие по своим техническим характеристикам зарубежным. С теоретической точки зрения новизна заключается в новых схемах, на которые получены патенты на полезные модели. Что касается изготовления подмостей, то это не требует уникальных материалов и оборудования, их можно изготавливать на имеющемся сейчас в Казахстане станочном парке.

Расчеты на прочность моделей отечественных подмостей показывают, что выбранные сечения обеспечивают запас элементов безопасности подмостей ПМД-5.2. Влияние отверстий, армированных втулками, не является существенным, и результаты для твердого стержня могут быть использованы в конечных расчетах.



а) б)

Рис. 1

Модель конструкции ПМД-5.2. Сначала исследовалась конструкция ПМД-2-2 (рис. 1 – конечно-элементные модели: а) – "Нюрнбергских ножниц", б) – ПМД-2.2) [1…5].

Она превосходит аналогичные конструкции на основе "Нюрнберга ножницы" (рис. 1-б) по своим характеристикам жесткости [5…12]. В настоящей работе исследуется конструкция подмостей ПМД-5-2. Обе конструкции имеют одинаковые свойства, ПМД-5.2 отличается от ПМД-2-2 высотой подъема рабочей площадки.

Несущие элементы ПМД-5.2 [5…7] (рис. 2 – 3D-модель подмостей ПМД-5.2) изготовлены из стальной прямоугольной трубы 80×40×4.

Нагрузки на подмости:

а) – собственный вес конструкции (учитывается автоматически в программном комплексе "Лира" и "Инвентор" [13…14] – суммарный вес кинематической части 465 кг);

б) – полезная нагрузка: 80 кг – вес рабочей платформы, 150 кг – вес оператора и его оборудования. В экстремальном состоянии вес 150 кг приложен в узле 42 конечно-элементной модели.

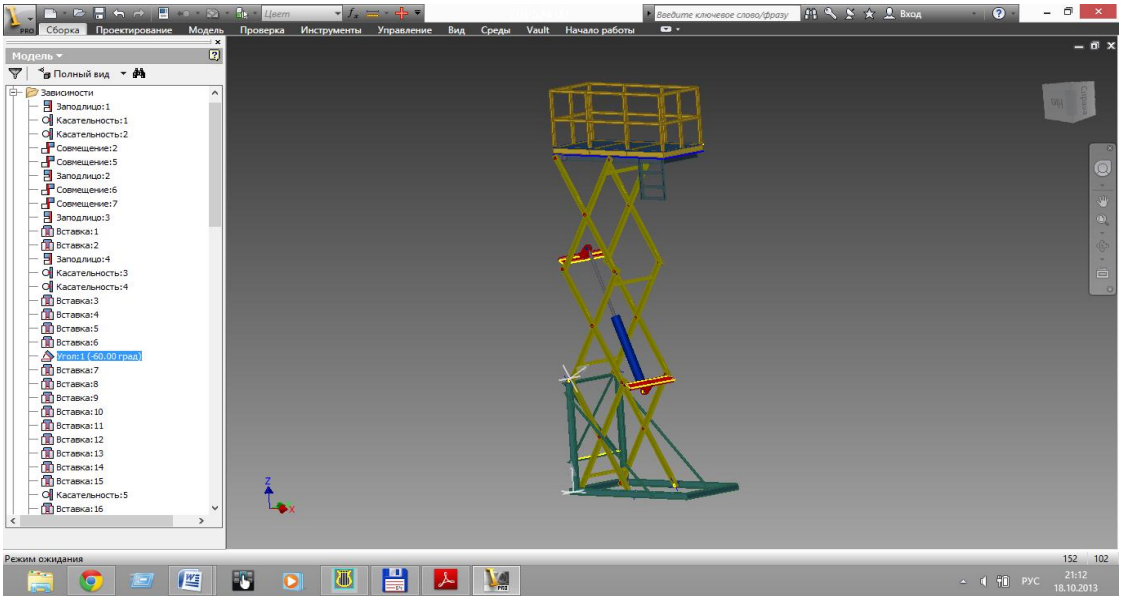


Рис. 2

Для определения усилий в несущих элементах подмостей использовали программный комплекс "Лира" – САПР 2013 по расчету конструкций методом конечных элементов. Расчетная схема подмостей – стержневая модель. Использование данной расчетной схемы обусловлено тем, что, во-первых, у несущего элемента один из размеров – длина, много больше двух других.

Расчеты проводили при различных положениях подмостей. Наиболее нагруженное положение ПМД-5,2 было самое нижнее (табл. 1).

Таблица 1

Номер элемента	Номер сечения	N (т)	Mk (т·м)	My (т·м)	Qz (т)	Mz (т·м)	Qy (т)
1	1	4,474065	-0,02106	0	-0,40688	-0,00038	0,388233
1	2	4,474136	-0,02106	-0,04072	-0,40755	-0,0392	0,388233
2	1	4,517363	-0,00607	0	-0,43065	0,0026	-0,38515
2	2	4,517433	-0,00607	-0,0431	-0,43132	0,041116	-0,38515
3	1	-2,7965	-0,0028	0	-0,24004	0,022947	0,074861
3	2	-2,79643	-0,0028	-0,02404	-0,24071	0,015461	0,074861
…….							
47	2	-0,01785	0	0	0,169061	0	0
48	1	1,139385	-0,01432	-0,02233	0,223626	0,000964	0,001609
48	2	1,139455	-0,01432	0	0,222959	0,000803	0,001609
49	1	-0,00217	0	-0,00202	0,020557	0	0
49	2	-0,0021	0	0	0,019889	0	0

В табл. 1 фрагментарно представлен силовой анализ подмостей: для элементов модели 1,2,3 … 47,48,49. В табл. 2 даны характеристики сечений кинематической части схемы ПМД-5.2.

Таблица 2

1	Profile 80x40x4 (Rama)	q=0.00671
		EF=17960.3,EIy=13.6
		EIz=4.5,GIk=4.25
		Y1=1.25,Y2=1.25,Z1=1.89,Z2=1.89,RU_Y=0,RU_Z=0
2	Profile 60x40x4 (Jumper)	q=0.00545
		EF=14599.3,EIy=6.5
		EIz=3.41,GIk=2.81
		Y1=1.17,Y2=1.17,Z1=1.48,Z2=1.48,RU_Y=0,RU_Z=0
5	Circle 60 (rod)	q=0.0221863
		EF=59393.5,EIy=13.4
		EIz=13.4,GIk=10.1
		Y1=0.75,Y2=0.75,Z1=0.75,Z2=0.75,RU_Y=0,RU_Z=0
6	two channel sections	q=0.0140929
		EF=37727,EIy=31.7
		EIz=37.7,GIk=0.208
		Y1=2.5,Y2=2.5,Z1=2.1,Z2=2.1,RU_Y=0,RU_Z=0

Стержневой элемент в середине длины имеет ослабление поперечного сечения. Это отверстие диаметром 55 мм, усиленное втулкой с отверстием 40 мм для создания шарнирного соединения. Для исследования влияния отверстия на напряженно-деформированное состояние (НДС) стержня использовался МКЭ. МКЭ реализован с использованием программного комплекса Autodesk Inventor 2012. В среде Autodesk Inventor построена трехмерная модель 3D для стержня (рис. 3 – изополя коэффициента запаса прочности, рис. 4 – изополя нормальных напряжений по Мизесу). Схема расчета – это консольный стержень, нагруженный со свободного конца изгибающим моментом. Это приводит к образованию в стержне чистого изгиба. Этот

стержень с использованием программы Autodesk Inventor был разбит на объемные элементы. Результаты расчета показали, что влияние отверстия, усиленного втулкой, незначительно. Поэтому расчеты для сплошного стержня могут быть применены для заданной схемы расчета (рис. 3, 4).

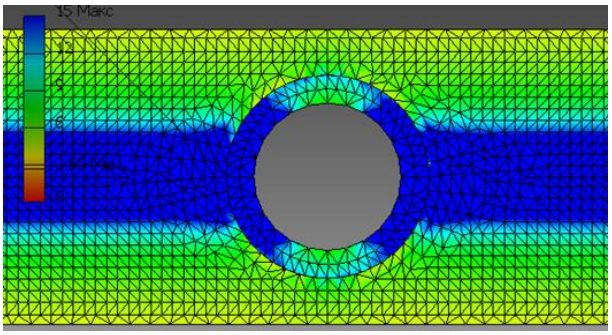


Рис. 3

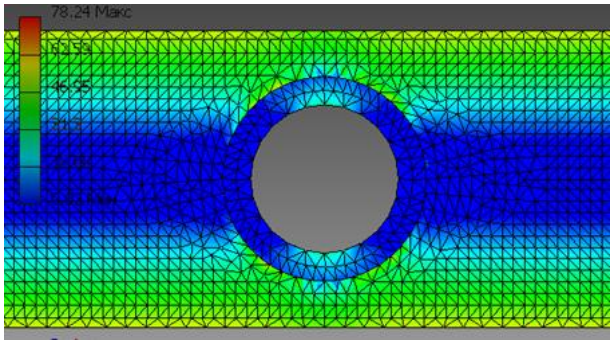


Рис. 4

В Ы В О Д Ы

1. Нами проведены НИОКР для разработанного нами типоразмерного ряда отечественных подмостей. В том числе спроектированы новые схемы подмостей, на которые получены патенты на полезные модели, проведены их расчеты: – на продольное и поперечное опрокидывания, – оптимальное расположение привода на схеме подмостей, – на жесткость и прочность с использованием современных ВК. В работе приведены расчеты для моделей конструкций подмостей ПМД-2.2 и ПМД-5.2.

2. На основании проведенных расчетов сделаны следующие выводы:

- сечения стержней обеспечивают запас прочности элементов подмостей;

- влияние отверстия, усиленного втулкой, несущественно. Результаты для сплошного стержня могут быть применены в конечных расчетах.

По проделанной НИОКР уже можно приступить к изготовлению опытно- экспериментальных образцов отечественных подмостей.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Строительные машины и оборудование, справочник. [Режим доступа] stroy-technics.ru/article/stroitelnoe-oborudovanie-lesa-podmosti-lyulki-i-vyshki

2. Строительные материалы, подмости [Режим доступа]: http://baumarkt.kz/

3. Академик - Словари и определения [Режим доступа]: dic.academic.ru/ dic.nsf/enc_tech/630/ подмости

4. Виды строительных помостов [Режим доступа]: www.rinstroy.ru/catalog/podmosti-stroitelnye/

5. Патент на полезную модель Республики Казахстан. Мобильные механизированные подмости / Темирбеков Е.С. и др. Официальный бюллетень №5(1) 2009, Астана. МЮ, РГКП "НИИС".

6. Патент Республики Казахстан №127 на полезную модель. Механизированные подмости / Темирбеков Е.С. и др. Опубл. 06.12.2002.

7. Решение о выдаче предпатента на изобретение. Прямолинейно-направляющий механизм / Темирбеков Е.С. и др. Казпатент №1174, АС №11543. От 10.09.2001.

8. Предпатент на промышленный образец №306. Мобильные подмости / Темирбеков Е.С. и др. Опубл. 10.02.2003.

9. *Temirbekov Y.S.,' Joldasbekov S.U.* Scaffold with Improved Construction Rigidity. Springer: Advances on Theory and Practice of Robots and Manipulators / Proceedings of Romansy 2014, XX ClSM-lFToMM Symposium оп Theory and Practice of Robots and Manipulators. P.527…535.

10. *Temirbekov Y.S.* Falsework with improved rigidity of the structure // Доклады НАН РК. – Алматы, 2014, №2. P.26…31.

11. Заключение о выдаче патента на полезную модель. Механизированные подмости / Темирбеков Е.С. Решение от 15.07.2014 №12-3/3443. Национальный институт интеллектуальной собственности МЮ РК.

12. *Темирбеков Е.С.* Конечно-элементное моделирование рычажных механизмов. Разработка мобильных подмостей. – Астана, 2007.

13. Программный комплекс для расчета и проектирования конструкций Лира. Версия 9.0. Руководство пользователя. Книга 1 Основные теоретические и расчетные положения. Некоторые рекомендации. – Киев, НИИАСС, 2002.

14. Технология цифровых прототипов: Autodesk Inventor 2010. Официальный учебный курс. – М.: ДМК Пресс, 2010.

R E F E R E N C E S

1. Stroitel'nye mashiny i oborudovanie, spravochnik. [Rezhim dostupa] stroy-technics.ru/article/stroitelnoe-oborudovanie-lesa-podmosti-lyulki-i-vyshki

2. Stroitel'nye materialy, podmosti [Rezhim dostupa]: http://baumarkt.kz/

3. Akademik - Slovari i opredelenija [Rezhim dostupa]: dic.academic.ru/ dic.nsf/enc_tech/630/ podmosti

4. Vidy stroitel'nyh pomostov [Rezhim dostupa]: www.rinstroy.ru/catalog/podmosti-stroitelnye/

5. Patent na poleznuju model' Respubliki Kazahstan. Mobil'nye mehanizirovannye podmosti / Temirbekov E.S. i dr. Oficial'nyj bjulleten' №5(1) 2009, Astana. MJu, RGKP "NIIS".

6. Patent Respubliki Kazahstan №127 na poleznuju model'. Mehanizirovannye podmosti / Temirbekov E.S. i dr. Opubl. 06.12.2002.

7. Reshenie o vydache predpatenta na izobretenie. Prjamolinejno-napravljajushhij mehanizm / Temirbekov E.S. i dr. Kazpatent №1174, AS №11543. Ot 10.09.2001.

8. Predpatent na promyshlennyj obrazec №306. Mobil'nye podmosti / Temirbekov E.S. i dr. Opubl. 10.02.2003.

9. Temirbekov Y.S., Joldasbekov S.U. Scaffold with Improved Construction Rigidity. Srringer: Advances on Theory and Practice of Robots and Manipulators / Proceedings of Romansy 2014, HH ClSM-lFToMM Symposium op Theory and Practice of Robots and Manipulators. P.527…535.

10. Temirbekov Y.S. Falsework with improved rigidity of the structure // Doklady NAN RK. – Almaty, 2014, №2. R.26…31.

11. Zakljuchenie o vydache patenta na poleznuju model'. Mehanizirovannye podmosti / Temirbekov E.S. Reshenie ot 15.07.2014 №12-3/3443. Nacional'nyj institut intellektual'noj sobstvennosti MJu RK.

12. Temirbekov E.S. Konechno-jelementnoe modelirovanie rychazhnyh mehanizmov. Razrabotka mobil'nyh podmostej. – Astana, 2007.

13. Programmnyj kompleks dlja rascheta i proektirovanija konstrukcij Lira. Versija 9.0. Rukovodstvo pol'zovatelja. Kniga 1 Osnovnye teoreticheskie i raschetnye polozhenija. Nekotorye rekomendacii. – Kiev, NIIASS, 2002.

14. Tehnologija cifrovyh prototipov: Autodesk Inventor 2010. Oficial'nyj uchebnyj kurs. – M.: DMK Press, 2010.

Рекомендована кафедрой инженерной графики и прикладной механики. Поступила 30.03.16.

УДК 677.023:62-83

РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

REGULATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE TREATED TEXTILE MATERIALS BY MEANS OF AUTOMATED ELECTRIC DRIVE

В.Ф. ГЛАЗУНОВ
V.F. GLAZUNOV

(Ивановский государственный энергетический университет)
(Ivanovo State Power University)
E-mail: glazunov@drive.ispu.ru

В статье рассматриваются системы автоматического регулирования параметров текстильных материалов, обрабатываемых на оборудовании непрерывного и периодического действия, построенные на базе автоматизированного электропривода.

The article deals with the system of automatic control of parameters of textile materials being processed on the equipment of continuous action, built on the basis of automated electric drive.

Ключевые слова: электропривод, ткань, основа, намотка, натяжение, математическая модель.

Keywords: electric drive, the fabric, base, winding, tensioning, mathematical model.

Современный электропривод является одним из ключевых элементов в решении многих задач автоматизации текстильного производства. Уровень развития технологий непрерывной обработки текстильных материалов существенно ужесточает требования к системам электроприводов текстильных машин в отношении показателей их надежности, экономичности и быстродействия. При этом обрабатываемый материал необходимо рассматривать как элемент конструкции машины и ее системы электропривода [1].

Так, при разработке систем электроприводов поточных линий для обработки ткани в расправленном виде в начальном периоде обрабатываемый материал рассматривался как элемент системы элек-

тропривода без учета его вязкоупругих свойств. Это было возможно в связи с низкими требованиями к качеству продукции, малой производительностью оборудования и несовершенством используемых в то время систем электроприводов.

Внедрение в промышленное производство новых технологий обработки материалов, а также систем электроприводов и средств автоматики нового поколения открыли перспективу существенного повышения производительности оборудования, его энергоэффективности и улучшения качества обработки материалов. При этом экономически целесообразной стала замена электроприводов постоянного тока на частотно-регулируемый асинхронный электропривод, имеющий более высокие показатели надежности, экономичности и не уступающий электроприводу постоянного тока по показателям статической и динамической точности, открывающий широкие возможности для решения задач оптимизации технологических процессов обработки текстильных материалов.

Однако успешная реализация возможностей, открывающаяся с внедрением новых систем электроприводов, сдерживается отсутствием достоверных и по возможности простых, рассчитанных на микропроцессорную реализацию математических моделей процессов транспортирования и деформации обрабатываемых материалов.

Так, вязкоупругие свойства ткани при обработке ее на оборудовании непрерывного действия оказывают существенное влияние на формирование требований к системе электропривода, обеспечивающей необходимый диапазон регулирования скорости обработки и точность стабилизации натяжения материала. Здесь одним из главных требований, предъявляемых к электроприводу, является стабилизация натяжения на минимальном, по условиям образования складок, уровне как в статическом, так и в динамическом режимах работы. При этом чем большее быстродействие имеет система электропривода при отработке возмущений, тем с меньшим натяжением и вытяжкой может обрабатываться материал.

Так, в простейшей зоне деформации транспортируемого материала, не имеющей направляющих роликов, с электроприводами валковых пар на ее входе и выходе, представляемых апериодическими звеньями с некоторой постоянной времени, при ступенчатом изменении одной из скоростей величина натяжения зависит от соотношения этой постоянной с постоянной времени зоны деформации. Повысить быстродействие системы автоматического регулирования натяжения в переходном процессе возможно введением канала силового воздействия на полотно [2], согласованного с традиционным контуром его регулирования.

Известные системы стабилизации вытяжки, построенные на базе электропривода и датчиков скорости материала или его длины на входе и выходе из зоны деформации, обеспечивают регулирование вытяжки материала независимо от его плотности. Так как обычно полотно сшивается из кусков суровья, имеющих разную линейную плотность, обусловленную разной настройкой ткацких станков, то возможно ее выравнивание в системе соответствующим регулированием натяжения [3].

Важное место в непрерывном технологическом процессе текстильного производства занимает намотка длинномерных материалов (ткань, основа), выполняемая при жестких требованиях к ее качеству на осевых наматывающих устройствах.

Несмотря на большое число выполненных исследований процесса осевой намотки текстильных материалов, на сегодняшний день нет единого подхода к решению задачи его математического моделирования. При этом отсутствует возможность использования существующих в других отраслях промышленности моделей намотки гибких материалов, что связано со спецификой и свойствами текстильного материала и его анизотропной и подвижной структурой.

В процессе наматывания сновальных паковок требуется обеспечить их одинаковые плотность и длину намотанной осно-

вы, необходимые при разматывании на шлихтовальной машине в процессе формирования ткацкого навоя. Известные математические модели намотки, построенные на основе аналитических методов исследования с использованием, например, теории упругости [4], метода Лагранжа [5], позволяют оценивать параметры формируемой паковки без учета случайного характера действующих возмущений, что вызывает определенные трудности при использовании таких моделей в системе электропривода, обеспечивающего оперативное управление намоткой.

В связи с этим заслуживают внимания результаты экспериментальных исследований, представленные в [6], вскрывающие механизм действующих внутри паковки напряжений.

Одним из подходов к решению задачи математического моделирования процесса намотки, ориентированного на структурную организацию и простоту модели, которые необходимы для ее микропроцессорной реализации, является метод механических аналогий [7]. Особенностью такой модели являются громоздкость вычислительных процедур, осуществляемых в процессе намотки и требующих высокого быстродействия микропроцессора.

В большей степени ориентированной на использование в системе электропривода для управления процессом намотки является математическая модель, представленная спиралью Архимеда [8], связывающая угол поворота сновального вала с его радиусом и позволяющая оперативно в процессе намотки, используя простой алгоритм, вычислять длину основы, радиус намотки и ее плотность. Ключевым параметром здесь является параметр спирали Архимеда, управляя которым можно влиять на намотку.

Необходимое значение параметра спирали Архимеда поддерживается в процессе намотки электроприводом механизма укатывающего вала, обеспечивающего его отвод от тела паковки в функции угла поворота сновального вала [9].

Управление плотностью намотки может осуществляться также на основе измерения угла поворота сновальной паковки и ее радиуса и регулирования коэффициента толщины слоя, осуществляемого микропроцессором [10].

В приготовительном отделе ткацкого производства вязкоупругие свойства нити осложняют возможность практической реализации технологических требований к качеству формируемых сновальных паковок, что вызывает необходимость усложнения системы электропривода сновальной машины и реализуемого на ее основе управления процессом намотки. При этом в качестве электродвигателей механизмов сновального и укатывающего валов используются асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором и питанием их соответственно от преобразователя частоты и тиристорного регулятора напряжения [11]. Здесь могут быть различные варианты построения системы управления электроприводом укатывающего вала. Так, за начальное значение параметра спирали Архимеда может приниматься толщина основы, вычисленная по измеренному радиусу паковки и числу ее оборотов и используемая в дальнейшем в качестве задающей координаты системе управления отводом укатывающего вала [12].

В качестве исходной информации для отвода укатывающего вала может использоваться наружный радиус паковки и ее радиус с учетом деформации в месте контакта сновального и укатывающего валов, определяемый по частотам их вращения [13].

Среднее значение параметра спирали Архимеда может также вычисляться на основе измерения длины материала на входе в паковку, частоты ее вращения и объема [14].

Практическая реализация рассмотренных технических решений связана с выбором датчиков технологических параметров намотки и их погрешностью. Так, контактные способы измерения длины движущегося материала и радиуса намотки имеют погрешность, связанную с упругим скольжением в месте контакта чувствительного элемента датчика и материала [15]. Бесконтактные способы измерения радиуса, основанные на измерении длины материа-

ла и числа оборотов тела намотки, имеют погрешность контактного датчика измерения длины.

В заключение необходимо также отметить проблему параметрической грубости систем электропривода наматывающих механизмов, работающих в условиях естественной вариации параметрических и внешних возмущений, решение которой в условиях современного развития средств электропривода и автоматики позволит улучшить эксплуатационные характеристики оборудования.

В Ы В О Д Ы

Практическая реализация преимуществ частотно-регулируемого электропривода в решении задач автоматического регулирования технологических параметров обрабатываемых на оборудовании непрерывного и периодического действия текстильных материалов обусловливает необходимость совершенствования математических моделей процессов их деформации, транспортирования и намотки с учетом требований микропроцессорной реализации.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Кузнецов Г.К.* Исследование взаимного влияния конструктивных параметров текстильного оборудования и свойств обрабатываемых материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 1. С. 130...131.
2. *Глазунов В.Ф., Вилков П.В.* Стабилизация натяжения ткани в оборудовании непрерывного действия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 3. С. 110...113.
3. *Глазунов В.Ф., Филичев В.Т., Вилков П.В.* Управление вытяжкой ткани в зоне деформации валковых машин // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 3. С. 110...114.
4. *Суриков В.И.* Аналитическое исследование напряженного состояния ткани в рулоне // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1974, № 3. С. 154...157.
5. *Кленов В.Б.* Математическая модель процесса деформации паковок рулонного типа // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1973, № 1. С. 124...127.
6. *Ульянов В.И.* Экспериментальные исследования процесса формирования рулона ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1968, № 4. С. 186...188.
7. *Глазунов В.Ф., Куленко М.С., Сидякин В.Ф.* Математическое моделирование процесса формирования рулона ткани в системе управления намоткой // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, № 5. С. 80...87.
8. *Кутьин А.Ю.* Проектирование текстильных паковок рулонного типа и методы их воспроизводства. – Иваново: Научно-производственный центр «Стимул», 2006.
9. *Глазунов В.Ф.* О построении асинхронного электропривода намотки сновальных валов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 6. С. 95…98.
10. *Демидов Н.А.* Микропроцессорная система контроля кинематических параметров партионного снования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 4. С. 159...161.
11. *Глазунов В.Ф., Виноградов А.Б., Шишков К.С.* Асинхронный электропривод механизма формирования сновальных валов // Вестник ИГЭУ, 2011, вып 1. С. 81...87.
12. Патент РФ № 2493088 МПК B65H 77/00. Устройство управления формированием сновальных валов // Глазунов В.Ф., заявл. 19.12.2011, опубл. 20.90.2013. Патентодержатель ИГЭУ.
13. Патент РФ № 2525798 МПК D0H 13/00. Устройство управления формированием сновальных валов // Глазунов В.Ф., заявл. 21.09.2012, опубл. 27.09.2014, бюл. № 23. Патентодержатель ИГЭУ.
14. Патент РФ № 2537145 МПК D2H 13/10. Устройство управления формированием сновальных валов // Глазунов В.Ф., заявл. 23.04.2013, опубл. 27.12.2014, бюл. № 27. Патентодержатель ИГЭУ.
15. *Кулида Н.А., Круглов А.В.* Обеспечение контакта измерительного ролика с поверхностью сновального вала // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 3. С. 88...92.

R E F E R E N C E S

1. Kuznecov G.K. Issledovanie vzaimnogo vlijanija konstruktivnyh parametrov tekstil'nogo oborudovanija i svojstv obrabatyvaemyh materialov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2006, № 1. S. 130...131.
2. Glazunov V.F., Vilkov P.V. Stabilizacija natjazhenija tkani v oborudovanii nepreryvnogo dejstvija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, № 3. S. 110...113.
3. Glazunov V.F., Filichev V.T., Vilkov P.V. Upravlenie vytjazhkoj tkani v zone deformacii valkovyh mashin // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, № 3. S. 110...114.
4. Surikov V.I. Analiticheskoe issledovanie naprjazhennogo sostojanija tkani v rulone // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1974, № 3. S. 154...157.
5. Klenov V.B. Matematicheskaja model' processa deformacii pakovok rulonnogo tipa // Izv. vuzov.

Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1973, № 1. S. 124...127.

6. Ul'janov V.I. Jeksperimental'nye issledovanija processa formirovanija rulona tkani // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1968, № 4. S. 186...188.

7. Glazunov V.F., Kulenko M.S., Sidjakin V.F. Matematicheskoe modelirovanie processa formirovanija rulona tkani v sisteme upravlenija namotkoj // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2001, № 5. S. 80...87.

8. Kut'in A.Ju. Proektirovanie tekstil'nyh pakovok rulonnogo tipa i metody ih vosproizvodstva. – Ivanovo: Nauchno-proizvodstvennyj centr «Stimul», 2006.

9. Glazunov V.F. O postroenii asinhronnogo jelektroprivoda namotki snoval'nyh valov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 6. S. 95…98.

10. Demidov N.A. Mikroprocessornaja sistema kontrolja kinematicheskih parametrov partionnogo snovanija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, № 4. S. 159...161.

11. Glazunov V.F., Vinogradov A.B., Shishkov K.S. Asinhronnyj jelektroprivod mehanizma formirovanija snoval'nyh valov // Vestnik IGJeU, 2011, vyp 1. S. 81...87.

12. Patent RF № 2493088 MPK V65N 77/00. Ustrojstvo upravlenija formirovaniem snoval'nyh valov // Glazunov V.F., zajavl. 19.12.2011, opubl. 20.90.2013. Patentoderzhatel' IGJeU.

13. Patent RF № 2525798 MPK D0H 13/00. Ustrojstvo upravlenija formirovaniem snoval'nyh valov // Glazunov V.F., zajavl. 21.09.2012, opubl. 27.09.2014, bjul. № 23. Patentoderzhatel' IGJeU.

14. Patent RF № 2537145 MPK D2H 13/10. Ustrojstvo upravlenija formirovaniem snoval'nyh valov // Glazunov V.F., zajavl. 23.04.2013, opubl. 27.12.2014, bjul. № 27. Patentoderzhatel' IGJeU.

15. Kulida N.A., Kruglov A.V. Obespechenie kontakta izmeritel'nogo rolika s poverhnost'ju snoval'nogo vala // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 3. S. 88...92.

Рекомендована кафедрой электропривода и автоматизации промышленных установок. Поступила 04.02.16.

УДК 621.927

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ЕМКОСТЕЙ ОТ ОСТАТКОВ ВЯЗКОПЛАСТИЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

MODELING OF HEAT TREATING CONTAINERS OF BALANCES VISCOUS-PLASTIC FLUID

Н.Н. ЕЛИН, А.Ф. МАКАРЫЧЕВ, Б.В. ЖУКОВ
N.N. YELIN, A.F. MAKARYCHEV, B.V. ZHUKOV

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: yelinnn@mail.ru;

Построена математическая модель процесса пропарки емкостей для хранения вязкопластичных жидкостей и выполнена ее компьютерная реализация в программной среде ANSYS, позволяющая проводить вычислительные эксперименты с целью выявления рациональных параметров подачи пара для заданной степени зачистки емкости.

A mathematical model of the process of steaming containers for the storage of viscous-plastic fluid and its computer realization performed in ANSYS software environment, allowing carrying out computational experiments to identify the parameters of rational supply of steam to the desired degree of stripping capacity.

Ключевые слова: емкость, вязкопластичная жидкость, водяной пар, пропарка, тепломассоперенос, модель, гидродинамика.

Keywords: capacity, viscous-plastic fluid, steam, steaming, heat and mass transfer, model, hydrodynamics.

В текстильной промышленности используется много веществ, которые можно отнести к неньютоновским вязкопластичным жидкостям (суспензии, парафины, компоненты красителей и др.). При опорожнении сосудов, в которых транспортируются и хранятся такие вещества, на их внутренних стенках формируются отложения.

Одним из основных способов очистки емкостей от отложений является их пропаривание [1]. Отсутствие достоверных рекомендаций по организации пропарки может привести к необоснованным потерям энергии, увеличению продолжительности процесса, а следовательно, к нарушению основных технологических процессов [2].

Так как процесс пропаривания весьма энергоемкий, разработка его компьютерной модели с целью оптимизации режимных параметров представляет собой актуальную научную и практическую задачу [3…5], а создание компьютерной модели процесса пропарки позволит обоснованно выбирать рациональные режимы подачи пара и его параметры.

Моделирование данного процесса выполнено с помощью вычислительного комплекса ANSYS (ANSYS Inc.) [6], который был выбран в связи с его большой функциональностью, возможностью интеграции с Computer-Aided Desing (CAD) системами. Математическая модель построена на основании решения сопряженной задачи тепломассообмена в системе водяной пар – пленка удаляемого вещества – стальная стенка емкости – окружающая среда при заданной динамике подачи пара, его параметров, теплофизических и реологических свойств удаляемого вещества и параметров окружающей среды.

Создание геометрической модели емкости происходило в Rhinoceros 3D с последующей интеграцией в программный комплекс ANSYS. Упрощенная модель резервуара состоит из входного патрубка для подачи теплоносителя, вентиляционного люка и стальных стенок. После интеграции была построена расчетная сетка в модуле ANSYS Meshing. В момент расчета каждой ячейке сетки присваиваются свои значения, поэтому чем точнее построена сетка, тем достовернее результаты. Конечно-элементная модель емкости сформирована из 3-х расчетных доменов. При генерации расчетной сетки использованы hexa/prism элементы, наиболее точно описывающие геометрию емкости. Минимальный размер конечно-элементной сетки 0,2 мм, что позволяет учесть особенности движения пара и удаляемого вещества по стенкам резервуара. Для оптимизации сетки конечных элементов была использована функция Virtual Topology.

Расчеты проводились в ANSYS FLUENT с модулем VOF (Volume fraction). Для того чтобы проследить динамику изменения параметров пленки удаляемого вещества на внутренней поверхности резервуара и теплофизические параметры парогазовой смеси внутри него, необходимо задать рабочие параметры системы и начальные условия: расход и температуру пара, толщину и теплопроводность стенки резервуара, начальную толщину, плотность и реологические параметры пленки удаляемого вещества и еще ряд теплофизических параметров (как fluent, так и solid элементов).

На рис. 1…3 в качестве примера показаны результаты расчетов при подаче 1,44 т/ч перегретого пара давлением 0,12 МПа и температурой 280°С в железнодорожную цилиндрическую цистерну марки 15-1566-06 емкостью 60 т. Диаметр котла цистерны 3,030 м, его длина 10,770 м, толщина стальных стенок 0,009 м. Так как модель цистерны не "закреплена" в пространстве, можно исследовать влияние ее ориентации на параметры процесса.

Удаляемая жидкость рассматривалась как неньютоновская среда, подчиняющаяся закону Шведова-Бингама [7]. При нормальных условиях его плотность составляет 845 кг/м^3, кинематическая вязкость 50 мм^2/с, начальная толщина пленки 0,0015 м. Шаг по времени принимался 1 с.

Динамика средних температур стенки, пленки удаляемого вещества и парогазовой смеси внутри емкости показана на рис. 1 (динамика изменения температуры: 1 – парогазовая семь; 2 – пленка удаляемого вещества; 3 – внутренняя стенка емкости).

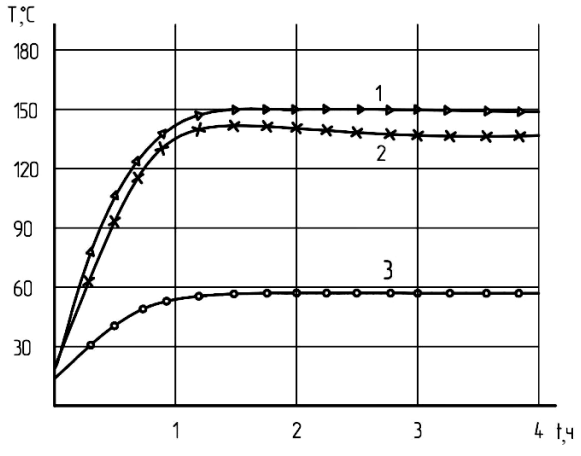
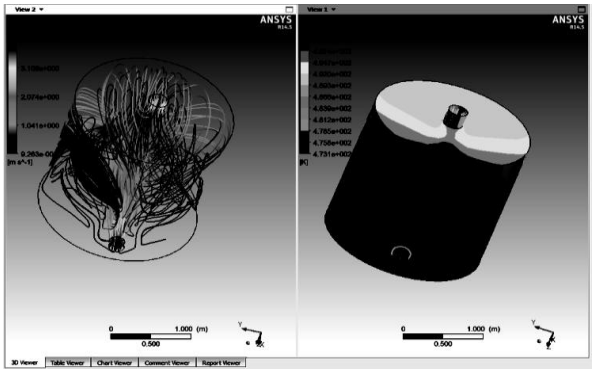


Рис. 1

В расчетах использовали известные положения теории тепломассообмена. Результаты показывают, что приблизительно через 1 ч после начала процесса пропарки значения температур стабилизируются. Очевидно, это происходит, когда количество теплоты, введенной в емкость с греющим паром, становится равным сумме количеств теплоты, уносимой с паровоздушной смесью через вентиляционный люк и теряемой в окружающую среду через стенки в результате теплопередачи [5].

Поля скорости распространения паровоздушной смеси и температуры внутри емкости для момента времени, когда пленка удаляемого вещества теряет сплошность и начинает стекать по ее внутренней стенке, показаны на рис. 2 (поля скорости паровоздушной смеси (а) и температуры (б) внутри емкости). В рассматриваемом примере это происходит через 2 ч после начала процесса.



а) б)

Рис. 2

Как видно из рис. 2-а, часть подаваемого в емкость пара покидает ее с паровоздушной смесью через вентиляционный люк, а остальная накапливается внутри резервуара. Часть теплоты, поступившей в резервуар с паром, теряется вследствие теплопередачи через пленку удаляемого вещества и металлическую стенку резервуара в окружающую среду, другая – через открытый люк вместе с уходящей паровоздушной смесью. При достижении паровоздушной смесью внутри емкости состояния насыщения часть пара начинает конденсироваться на пленке удаляемого вещества, тем самым увеличивая коэффициент теплоотдачи от парогазовой смеси к пленке. С увеличением температуры внутри емкости увеличивается и давление насыщения, поэтому конденсируется не весь пар, поступивший в емкость.

Цель нашей работы заключается в поиске параметров процесса, при которых энергетические затраты на его проведение минимальны. Для достижения этой цели проведены вычислительные эксперименты по исследованию зависимости энергетических затрат от расхода греющего пара, результаты которых представлены на рис. 3 (зависимость энергетических затрат от расхода греющего пара: а) динамика энергопотребления при различных расходах теплоносителя G, т/ч: 1 – 1,44; 2 – 1,08; 3 – 0,72; 4 – 0,36; б) зависимость общих затрат энергии на пропарку от расхода теплоносителя).

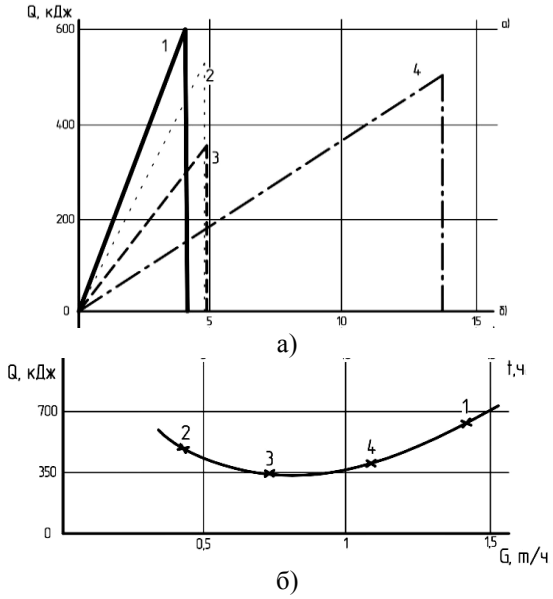


Рис. 3

На рис. 3-а в качестве примера показаны расчеты динамики энергетических затрат при четырех различных постоянных расходах греющего пара, представляющие собой прямые в диапазоне от времени начала процесса, принятого за ноль, до времени достижения заданной степени очистки емкости. На этом рисунке видно, что существует расход греющего пара, при котором энергетические затраты минимальны. Это соответствует режиму, при котором сумма тепловых потерь через

стенки емкости и через вентиляционный люк минимальны. Уменьшение этого расхода приводит к увеличению тепловых потерь теплопередачей через стенки емкости, а увеличение – к росту потерь с парогазовой смесью через вентиляционный люк.

На рис. 3-б представлена зависимость общих энергетических затрат на проведение процесса от расхода греющего пара, которые находятся как ординаты линий рис. 3-а, соответствующих времени окончания процесса. При построении этого графика проводили расчеты для 30 различных постоянных расходов греющего пара. Точки, соответствующие расходам пара, для которых построены зависимости на рис. 3-а, обозначены теми же цифрами.

Результаты исследований показывают, что величина энергетических затрат на проведение процесса пропарки весьма сильно зависит от величины расхода греющего пара и что действительно существует оптимальная величина расхода греющего пара, соответствующая минимальным энергетическим затратам на проведение процесса пропарки. В рассматриваемом примере оптимальный расход пара составляет 0,68 т/ч.

В Ы В О Д Ы

Предлагаемая математическая модель и ее реализация в программном комплексе ANSYS дает возможность моделировать тепломассообменные процессы, происходящие при пропарке емкостей различной геометрии и ориентации в пространстве, содержащих остатки вязкопластичных жидкостей. Она может быть рекомендована для выбора рациональных режимов подачи пара и его параметров, соответствующих минимальным энергетическим затратам на проведение процесса для заданной степени зачистки емкости.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. ГОСТ 1510–84. Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.

2. *Елин Н.Н., Шомов П.А., Перов П.А., Голыбин М.А.* Моделирование и оптимизация трубопроводных сетей паропроводов промышленных предприятий // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2015, № 2. С. 63…66.

3. *Щербаков А.З., Овчинников В.А., Селиванов Н.В.* Определение расхода пара на подогрев нефтепродуктов в резервуарах // НТИС. Сер. Нефтехимия и нефтепереработка. – М.: ВНИИОЭНГ, 1990, № 4. С.13…15.

4. *Михайлов В.М.* К расчету стекания остатка горячего нефтепродукта со стенок железнодорожной цистерны // Изв. вузов. Нефть и газ. – 1978, №11. С.78…80.

5. *Елин Н.Н., Мизонов В.Е., Макарычев А.Ф., Жуков Б.В.* Моделирование процесса пропарки емкостей для хранения тяжелых нефтепродуктов // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2016, №1. С.52…57.

6. *Бруяка В.Н., Фокин В.Г., Солдусова Е.А., Глазунова Н.А., Адеянов И.Е.* Инженерный анализ в ANSYS Workbench //Самарский государственный технический университет. – 2010.

7. *Тетельмин В.В., Язев В.А.* Реология нефти. – М.: Граница, 2009.

R E F E R E N C E S

1. GOST 1510–84. Neft' i nefteprodukty. Markirovka, upakovka, transportirovanie i hranenie.

2. Elin N.N., Shomov P.A., Perov P.A., Golybin M.A. Modelirovanie i optimizacija truboprovodnyh setej paroprovodov promyshlennyh predprijatij // Vestnik Ivanovskogo gosudarstvennogo jenergeticheskogo universiteta. – 2015, № 2. S.63…66.

3. Shherbakov A.Z., Ovchinnikov V.A., Selivanov N.V. Opredelenie rashoda para na podogrev nefteproduktov v rezervuarah // NTIS. Ser. Neftehimija i neftepererabotka. – M.: VNIIOJeNG, 1990, № 4. S.13…15.

4. Mihajlov V.M. K raschetu stekanija ostatka gorjachego nefteprodukta so stenok zheleznodorozhnoj cisterny // Izv. vuzov. Neft' i gaz. – 1978, №11. S.78…80.

5. Elin N.N., Mizonov V.E., Makarychev A.F., Zhukov B.V. Modelirovanie processa proparki emkostej dlja hranenija tjazhelyh nefteproduktov // Vestnik Ivanovskogo gosudarstvennogo jenergeticheskogo universiteta. – 2016, №1. S.52…57.

6. Brujaka V.N., Fokin V.G., Soldusova E.A., Glazunova N.A., Adejanov I.E. Inzhenernyj analiz v ANSYS Workbench //Samarskij gosudarstvennyj tehnicheskij universitet. – 2010.

7. Tetel'min V.V., Jazev V.A. Reologija nefti. – M.: Granica, 2009.

Рекомендована кафедрой гидравлики, теплотехники и инженерных сетей. Поступила 17.05.16.

УДК 534.283.2

ИЗ ОПЫТА СНИЖЕНИЯ ШУМА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ ОТ ИНЖЕНЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ (БЛЕНДЕР)

FROM THE EXPERIENCE OF NOISE REDUCTION IN THE WORKPLACE FROM THE ENGINEERING EQUIPMENT (THE BLENDER)

А.Б. БУТУЗОВ, В.Н. СУХОВ
A.B. BUTUZOV, V.N. SUKHOV

(ООО "РУС КОРДА",
Научно-исследовательский институт строительной физики
Российской академии архитектуры и строительных наук)
(LLC "RUS CORDA,
Research Institute of Building Physics
of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences)
E-mail: 2215919@mail.ru; svn36@mail.ru

В статье рассматривается опыт защиты от шума на рабочих местах в цехе транспортно-логистического комплекса по смешиванию, фасовке и хранению смазочных материалов. Источником шума, который создает очень высокие уровни звукового давления, является смесительная установка (блендер). Уровни звука достигают 90…101 дБА. Эквивалентные УЗ выше допустимых значений на 20 дБА, а максимальные – на 8 дБА. Расчеты показали, что для снижения шума до нормативных значений необходимо устроить экран-выгородку из металла толщиной 3 мм с вибродемпфирующими и звукопоглощающими слоями. Был выполнен проект экрана, затем воплощенный в натуре. Контрольные измерения, после установки шумозащитного экрана-выгородки, показали, что снижение шума на рабочих местах до допустимых значений было обеспечено.

The article discusses the experience of noise protection in workplaces in the workshop of the transport and logistics complex blending, packaging and storage of lubricants. The source of the noise, which creates very high sound pressure levels, is a mixing unit (blender). Noise levels will reach 90...101 dBA. Equivalent to the ultrasonic is above the permissible values of 20 dB and a maximum of 8 dB. The calculations showed that to reduce noise to the required values it is necessary to arrange the screen enclosure was metal with a thickness of 3 mm with vibration damping and sound absorbing layers. The project was carried out of the screen, which was embodied in nature. Control measurements after the installation of a noise screen-shields showed that reducing noise at work places to an acceptable value was achieved.

Ключевые слова: защита от шума, экран, блендер.

Keywords: noise protection, screen, blender.

Действующие нормативные документы РФ, например, свод правил – СП 51.13330.2011. Защита от шума, устанавливают обязательные требования по защите от шума и обеспечению нормативных параметров акустической среды в различных, в том числе производственных, зданиях. В статье рассматривается опыт снижения шумового загрязнения в производственном цехе, создаваемого установкой для растворения и смешивания (блендер) смазочных материалов.

Для переработки нефтепродуктов был построен производственно-складской комплекс из сэндвич-панелей. Все внутренние поверхности ограждений комплекса являются звукоотражающими, что неблагоприятно с позиций акустики. Помещение цеха – это базовый элемент переработки нефтепродуктов, оно насыщено трубопроводами и другими коммуникациями на всех уровнях и по всей площади.

Блендер, излучающий шум, представляет собой большую бочку диаметром, примерно равным 2,3 м, и высотой около 5 м. Ножи смесителя приводятся во вращение мощным электродвигателем высотой ~ 1,8 м. Площадь, занимаемая всей установкой (блендер с примыкающим к нему вспомогательным оборудованием), составляет ~ 52 м^2.

Значительным недостатком при проектировании и строительстве производственного корпуса оказалось отсутствие тщательно проработанного раздела "Защита от шума" (к сожалению, этот недостаток проявляется в большинстве проектов по гражданскому и промышленному строительству и связан, как правило, с недостаточной компетенцией как проектировщиков, так и строителей). О разработке решения по защите от шума вопрос встал, когда были завершены практически все монтажные работы, смонтирован блендер, подключены электросети и подведены коммуникации. Необходимо отметить, что, судя по экспертным оценкам, стоимость всего производственного комплекса составила несколько сотен миллионов рублей. В то же время неправильный подход к монтажу основного рабочего механизма и последующая за этим работа по проектированию и монтажу звукоизолирующего экрана-выгородки задержала запуск завода, как минимум, на 3…4 месяца. Из этого следует, что недооценка при проектировании раздела по защите от шума стоимостью в одну-две сотни тысяч рублей может крайне негативно повлиять на сроки ввода в строй всего объекта и привести к большим убыткам.

Шум, генерируемый работой блендера, оказывает негативное влияние на акустический комфорт на рабочих местах производственного цеха. Основными источниками шума блендера являются: электродвигатель, барабан смесителя и узел загрузки смешиваемых компонентов.

Перед началом проектирования защиты от шума, создаваемого блендером, были выполнены натурные акустические измерения. Измерения проводили прецизионным шумомером ОКТАВА 101А в соответствии с ГОСТом 23337–2014. Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий и МУК 4.3.2194–07. Методические указания. Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях. Частотный диапазон измерений в октавных полосах частот – от 31,5 до 16000 Гц. Класс точности 1. Допустимые уровни звукового давления (УЗД) и корректированные уровни звука (УЗ) принимались по СН 2.2.4.2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки и по СП 51.113330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03–2003. Измерения проводили в семи точках, расположенных на расстоянии 1 м от границ предполагаемого экрана-выгородки, на разных отметках и на рабочих местах.

Анализ результатов измерений, в сопоставлении с допустимыми значениями УЗД и УЗ, привел к следующим выводам.

1. Фоновые УЗД на 20…40 дБ, а эквивалентные УЗ на 35…40 дБА меньше, чем измеренные при работе блендера. Из этого следует, что при работе блендера фиксировались именно его акустические характеристики, на которые не влиял фоновый шум.

2. Фоновые УЗД и УЗ значительно ниже допустимых значений, поэтому задача сводится к тому, чтобы обеспечить на рабочих местах нормативные требования по фактору шума.

3. При работе блендера в рабочем режиме максимальные превышения УЗД над допустимыми значениями в точках на отметке 0.000 составили 0, 12, 24, 20, 23, 19,

14 и 9 дБ соответственно на частотах 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. При этом эквивалентный УЗ выше допустимого значения на 20 дБА, а максимальный УЗ – на 6 дБА.

4. Большие превышения УЗД и УЗ над нормативами зафиксированы на рабочей площадке (отм. 6.760), где происходит загрузка смешиваемых компонентов. Эти превышения имеют значения 0, 16, 21, 18, 16, 20, 23, 26 дБ и 18, 8 дБА соответственно на частотах 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц и по эквивалентному, максимальному УЗ.

5. Из вышесказанного следует, что для снижения УЗД и УЗ, создаваемых работой блендера, необходимо разработать мероприятия по защите от шума. Это могут быть звукоизолирующий экран-выгородка, либо кожух, целиком закрывающий блендер. Выбор пал на экран-выгородку.

Расчет ожидаемых УЗД проводили по формуле:

$$L_{сж} = L_{ш} - 10\lg\frac{r}{r_0} + 10\lg\Phi - 10\lg\Omega + 10\lg\chi \text{, дБ,} \quad (1)$$

где $L_{ш}$ – октавный уровень звукового давления (УЗД) источника шума, дБ; r – расстояние от источника шума до расчетной точки, м; r_0 = 1,5 м – расстояние от источника шума до измерительной точки; Ф – фактор направленности источника шума, дБ (для источников с равномерным излучением Ф = 1; Ω – пространственный угол излучения звука, принимаемый для источников шума, расположенных: в пространстве – Ω = 4π; на поверхности – Ω = 2π; в двухгранном углу – Ω = π; χ – коэффициент, учитывающий влияние ближнего поля.

Результаты расчетов показали, что ожидаемые УЗД от блендера, без мероприятий по снижению шума, будут превышать допустимые значения на территории производственного цеха. Поэтому для достижения акустического комфорта необходима установка акустического экрана-выгородки. Следует заметить, что $\Delta L_{тр}$ (требуемое снижение УЗД) в дальней зоне ниже на 4…11 дБ, чем в расчетных точках, находящихся на расстоянии 1 м от границ предполагаемого экрана-выгородки. Таким образом, $\Delta L_{тр}$ для ближней зоны должна быть не менее чем в табл. 1, а $\Delta L_{тр}$ для дальней зоны должна быть не менее чем в табл. 2.

Таблица 1

Частоты f, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$\Delta L_{тр}$, дБ	0	6	17	13	13	13	13	16

Таблица 2

Частоты f, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$\Delta L_{тр}$, дБ	0	2	7	4	2	6	9	12

Акустическую эффективность экрана-выгородки определяли по формуле Маекавы:

$$\Delta L_{э} = 20\lg\frac{\sqrt{2\pi|N|}}{\text{th}\sqrt{2\pi|N|}} + 5 \text{ дБ,} \quad (2)$$

где $N = 2\delta/\lambda$; $\delta = (a + b) - c$ – разность хода звуковых лучей от акустического центра (АЦ) ИШ до расчетной точки по прямой линии и через ребро экрана; a – расстояние от АЦ ИШ до ребра экрана; b – расстояние от ребра экрана до РТ; c – расстояние от АЦ ИШ до РТ по прямой линии; λ – длина звуковой волны.

Сопоставление расчетных значений акустической эффективности экрана-выгородки с полученными требуемыми снижениями уровней показывает, что его расчетная акустическая эффективность выше требуемых величин. Из этого следует, что при наличии экрана-выгородки уровень шума от работающего блендера на территории производственного помещения будет ниже нормативных уровней звукового давления

При устройстве экрана-выгородки часть звуковой энергии попадает в защищаемое от шума помещение, огибая его верхнюю грань (дифракция), а другая часть звуковой энергии попадает в это же помещение напрямую, проходя через стенки экрана-выгородки.

Расчет требуемой звукоизоляции ведется по формуле:

$$R_{тр} = L_{щ} - L_{доп} + 10\lg S - 10\lg B_{и} - 10\lg k \ \text{дБ}, \quad (3)$$

где $L_{ш}$ – уровень звукового давления источника шума, дБ; $L_{доп}$ – нормативный уровень допустимого шума в защищаемом от шума помещении, дБ; S – суммарная площадь ограждений экрана-выгородки, м^2; $B_{и}$ – акустическая постоянная изолируемого от шума помещения, м^2; k – коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля.

Требуемая звукоизоляция определена как для точек, где превалирующим является шум, создаваемый электродвигателем, так и для точек, в которых превалирует шум, создаваемый блендером и зоной загрузки блоков. Значения требуемой звукоизоляции сравнивались с величинами фактической звукоизоляции металлических ограждений толщиной 0,7, 1 и 3 мм, полученных экспериментальным путем. Оказалось, что для обеспечения требуемой изоляции воздушного шума стенками экрана-выгородки они должны быть выполнены из металла толщиной не менее 3 мм. Кроме того в соответствии с нормативными документами (например, СП 51.13330.2011. Защита от шума), стенки экрана-выгородки должны быть, со стороны источников шума, облицованы вибродемпфирующим и звукопоглощающим материалами. Основываясь на полученных результатах, можно заключить, что для защиты от шума, излучаемого блендером, необходимо установить шумозащитный экран-выгородку в соответствии с конструктивной схемой, приведенной на рис. 1.

Экран имеет прямоугольную форму и огораживает установку по смешиванию компонентов с трех сторон. С четвертой стороны находится существующая стена цеха.

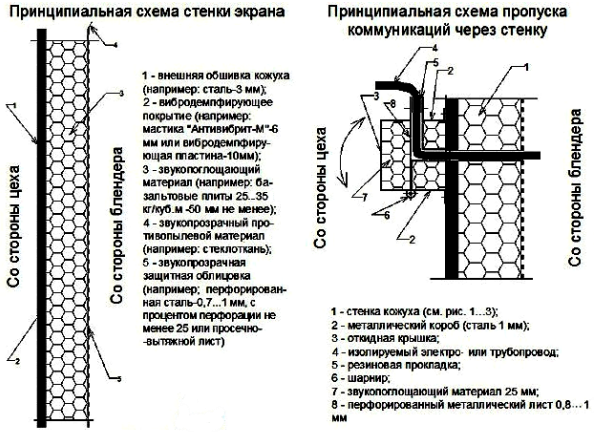
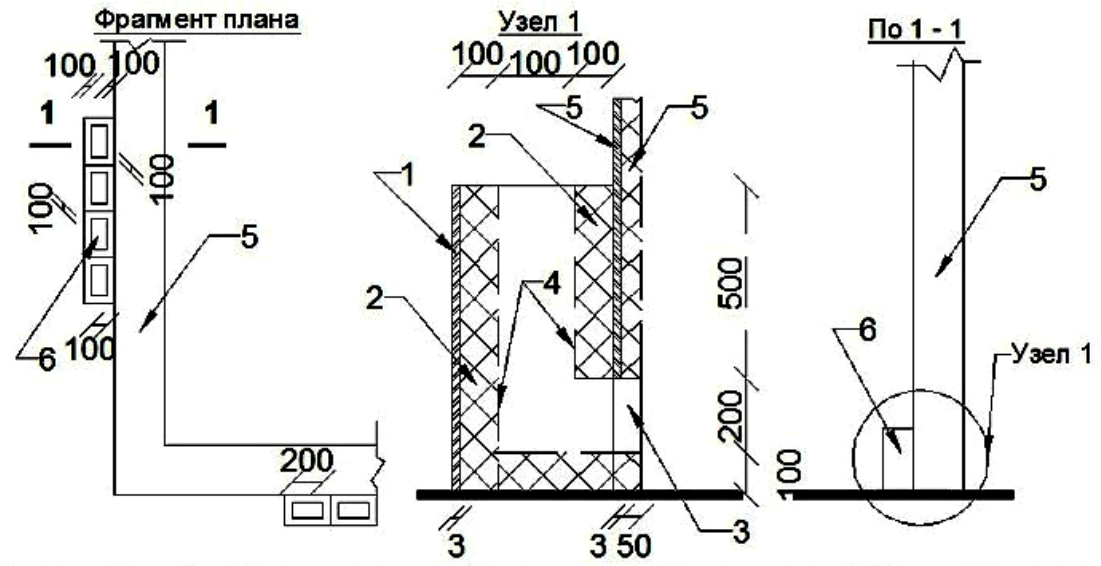


Рис. 1

Экран-выгородка изготовлен из металла толщиной 3 мм с вибродемпфирующим покрытием толщиной 10 мм. Внутренние поверхности стенок экрана облицованы матами из супертонкого минерального волокна толщиной 50 мм (γ=20…25 кг/м^3) в оболочке из стеклоткани типа Э3-200. По периметру листов предусмотрен профиль, придающий жесткость конструкции и представляющий собой опору для крепления сетки, фиксирующей звукопоглощающий материал. Высота экрана-выгородки 8,5 м. Для обеспечения притока воздуха к установке нижняя кромка экрана расположена на высоте 0,3 м над уровнем пола. По периметру экрана устраиваются глушители шума с габаритами 300×400 мм с сечением для прохода воздуха 100×200 мм (рис. 2 – приточная вентиляция).

Количество ячеек глушителя определено из условия необходимого воздухообмена внутри экрана-выгородки. Предлагаемые глушители обеспечивают необходимое снижение шума до значений ниже допустимых величин. Акустическая эффективность прямоугольных трубчатых глушителей длиной 0,8 м со свободным (внутренним) сечением 200×100 мм приведена в табл. 3.



1 - стальной лист 3 мм; 2 - звукопоглощающий материал, закрытый звукопрозрачной оболочкой; 3 - проём для прохода воздуха; 4 - перфорированный стальной лист (перфорация 75%) или просечно-вытяжной лист; 5- стенка кожуха-экрана (см. рис.1); 6 - вентканал-глушитель шума

Рис. 2

Таблица 3

Частоты, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ΔL, дБ	3	11	18	32	35	39	18	13

Монтажом экрана-выгородки должны были заниматься работники, которые монтировали основное оборудование и имели богатый опыт строительства. Очевидно, в целях экономии их заменили рабочими, основным производственным профилем которых было строительство дорожных металлоконструкций. Поэтому на стадии подготовки к монтажу ограждений экрана-выгородки были допущены критические ошибки в исполнении проекта, которые были замечены авторским надзором, и повлекли за собой задержки в проведении работ, а также потребовали дополнительной закупки материалов. При монтаже массивной звукоизолирующей преграды в условиях уже созданного производства, насыщенного трубопроводами и коммуникациями, крайне затруднительно было создавать шумозащищенные узлы в самой звукоизолирующей преграде. Причем уже смонтированные металлоконструкции – технологические площадки, лестницы для подъема на высоту до 10 м, а также требования по техническому обслуживанию оборудования – потребовали создания дополнительных одностворчатых и двустворчатых дверей со звукоизоляцией, равнозначной звукоизоляции основной стенки.

Для того чтобы убедиться в правильности принятых решений по защите от шума, были выполнены натурные акустические измерения после завершения монтажа экрана-выгородки. Анализ результатов измерений в сопоставлении с допустимыми значениями УЗД и УЗ позволил сделать следующие выводы.

1. Установленная конструкция экрана-выгородки обеспечила снижение шума, создаваемого блендером, на рабочих местах производственного цеха до значений ниже допустимых величин.

2. На рабочем месте, на площадке загрузки блоков, измеренные УЗД и корректированные УЗ превышают нормативные значения, но их значения стали значительно меньше по сравнению с теми УЗД и УЗ, которые были до устройства экрана-выгородки (табл. 4).

Таблица 4

Место измерений	Условия измерений	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц								L_A, дБА
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Площадка загрузки	нет экрана	93,5	102,8	103,1	96,1	91,3	93,0	93,5	94,7	98,0
Площадка загрузки	экран установлен	93,7	98,5	98,0	89,7	84,6	86,3	78,6	69,9	93,4
Снижение уровней шума		нет	4,3	5,1	6,4	6,7	6,7	14,9	24,8	4,6

Рис. 3

Рис. 4

Рис. 5

Рис. 6

Эти снижения уровней шума могли быть еще значительней, если бы были смонтированы звукопоглощающие конструкции на потолке цеха, которые предусмотрены акустическим проектом, но не воплощены в натуре.

На рис. 3…6 представлены фотографии различных видов экрана-выгородки и общий вид блендера (рис. 3 – экран-выгородка, стенка с дверью и общий вид; рис. 4 – звукопоглощающая облицовка внутри экрана-выгородки; рис. 5 – глушители шума (см. рис. 2); рис. 6 – общий вид блендера без экрана-выгородки).

Рекомендована Ученым советом НИИСФ РААСН. Поступила 15.05.16.

УДК 699:844

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СИСТЕМ ОВК В АДМИНИСТРАТИВНЫХ ЗДАНИЯХ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

DESIGNING OPTIMAL PROTECTION AGAINST NOISE EXPOSURE OVK SYSTEMS IN OFFICE BUILDINGS OF THE TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY

В.П. ГУСЕВ, В.И. ЛЕДЕНЕВ
V.P. GUSEV, V.I. LEDENEV
(Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук, Тамбовский государственный технический университет)
(Research Institute of Building Physics of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Tambov State Technical University)
E-mail: niisf@mail.ru; gsiad@mail.tambov.ru

Системы воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВК) в административных зданиях предприятий текстильной и легкой промышленности являются источниками повышенного шума. Его снижение связано со значительными материальными затратами. Поэтому при выборе и оценке шумозащитных мер с точки зрения акустики и экономики необходимо проведение многочисленных акустических расчетов. В статье рассматриваются существующие оценки уровней шума, распространяющегося от систем ОВК, и приводятся основанные на опыте рекомендации по ограничению его распространения в зданиях.

Air heating systems, ventilation and air conditioning (OVK) in commercial buildings enterprises of textile and light industry are a source of increased noise. It is associated with significant reduction in material costs. Therefore, in the selection and evaluation of anti-noise measures in terms of acoustics and the economy is necessary to conduct numerous acoustic calculations. This article discusses the existing estimates noise propagating from the OVK systems and are based on the experience of the recommendations to limit its spread in buildings.

Ключевые слова: системы ОВК, шумовое воздействие, акустический расчет, методы и средства снижения шума.

Keywords: OVK systems, noise impact, acoustic calculation methods and tools for noise reduction.

В связи с постоянным повышением требований к обеспечению санитарно-гигиенического режима в административных и административно-бытовых зданиях промышленных предприятий в них появляется все большее количество современных систем воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВК). Негативным последствием появления систем ОВК является возникающее при их работе зашумление рабочих помещений и помещений для отдыха работников. Имеющийся в НИИ строительной физики опыт по снижению

шума в указанных зданиях текстильной, легкой и обувной промышленности, а также на других подобных предприятиях, свидетельствует о сложности решения этой задачи. Как правило, при разработке шумозащитных мероприятий не учитываются условия возникновения шума в системах ОВК и его распространения в среде зданий и окружающем здания пространстве. Поэтому принимаемые шумозащитные меры, являясь весьма затратными, зачастую не обеспечивают требуемую акустическую эффективность.

Оптимальная защита от шума систем ОВК на проектируемых и реконструируемых объектах возможна только на основе достоверных акустических расчетов. По результатам расчетов прогнозируется акустическая ситуация, создаваемая системами ОВК, и определяется зависимое от частоты требуемое снижение шума их оборудования. Сведения о превышении уровней шума в зонах его воздействия над допустимыми значениями в октавных полосах частот служат исходными данными для проектирования эффективных средств снижения шума при минимально возможных материальных затратах [1].

Методика таких расчетов приведена в [2], устанавливающем последовательность действий, включая: выявление излучающих шум элементов систем; определение их шумовых характеристик; расчет уровней шума от систем на рабочих местах; определение требуемого снижения шума; выбор методов, состава и объема средств снижения шума. В нем содержатся требования к шуму, исходные данные и методические рекомендации по проектированию, а также расчетные формулы, отсутствующие в СНиП 23-03–2003 [3].

Расчетные формулы, приведенные в [2], пригодны для оценки звуковой энергии, распространяющейся в воздушных каналах систем ОВК с небольшими поперечными размерами. В крупногабаритных каналах применение этих формул ограничивается диапазоном низких частот. В связи с этим для области средних и высоких частот предлагается использовать новый комбинированный метод расчета [4], основанный на принципах метода прослеживания звуковых лучей и численного статистического энергетического метода распространения шума в каналах.

Для расчета прямого звука, распространяющегося в окружающем пространстве от протяженных (линейных) источников шума конечной длины (например, цепочек холодильных машин, воздушных охладителей, крупных вентиляционных установок и др.), предлагается использовать расчетные модели, разработанные с учетом характера излучения звука источником [5]. Предложенные расчетные модели в каждом случае позволяют осуществлять расчеты шума с учетом конкретного взаимного расположения источника шума и расчетной точки, что не всегда позволяют делать другие существующие методы расчета.

С точки зрения борьбы с шумом шум элементов систем ОВК можно разделить на три вида: воздушный, аэродинамический и структурный. Воздушный шум распространяется непосредственно в окружающее источники пространство. Аэродинамический шум излучается в основном в воздуховоды и распространяется по ним в обслуживаемые системами помещения и в открытое пространство. Причиной структурного шума является механическая или аэродинамическая вибрация, передающаяся от оборудования на строительные конструкции здания. Снижение воздушного шума достигается за счет мер, основанных на методах звукоизоляции, звукопоглощения и экранирования, а структурного шума – на методах виброизоляции. Снижение аэродинамического шума в основном достигается за счет использования глушителей шума.

Меры и средства снижения воздушного шума зависят от величины его требуемого снижения, а также от места расположения шумного оборудования в помещениях или на наружных ограждениях зданий. На выбор решений могут влиять также условия эксплуатации оборудования и ряд других факторов.

Распространенным является случай, когда вентиляторы установлены в венткамере, а в смежных с ней помещениях уровни шума должны быть ограничены. Воздушный шум, излучаемый корпусами вентиляторов и стенками воздуховодов, распространяется в венткамеру, а затем через ее ограждения проникает в смежные, защищаемые от него помещения. В этих ситуациях шумовое воздействие можно снизить за счет установки кожухов на вентиляторы и воздуховоды, устройств звукопоглощения на ограждениях венткамеры, повышения звукоизоляции ограждений камеры. Выбор варианта защиты зависит от требуемой акустической эффективности мер и его стоимости.

При решении таких задач нередко требуется осуществлять оперативную оценку фактической звуковой мощности вентиляционного оборудования, например, с целью оценки ее соответствия с паспортными данными и для определения причин повышенных уровней звуковой мощности установленного в венткамере оборудования. Для этой цели может использоваться инженерный метод расчета [6]. Суть его заключается в определении уровней звуковой мощности (УЗМ) на основе сравнения результатов расчетов уровней звукового давления методами, объективно оценивающими распределение отраженной звуковой энергии в помещениях с различными объемно-планировочными решениями при известных характеристиках звукопоглощения помещения, и экспериментальных данных об уровнях, полученных непосредственно в венткамерах при работе исследуемого оборудования.

Часто через помещения с жесткими по ограничению шума требованиями проходят транзитные воздуховоды, излучающие повышенный воздушный шум. В этих случаях эффективной мерой снижения шума является устройство кожухов или звукоизолирующих покрытий [7]. Используемые в практике однослойные и многослойные покрытия из эластомерных или волокнистых материалов существенно различаются по стоимости и акустической эффективности. Поэтому их выбор проводится не только по требованиям шумозащиты, но и по экономическим требованиям. В наиболее сложных ситуациях могут использоваться акустически эффективные, но относительно дорогие покрытия на основе эластомерных материалов типа К-фоник или из пеностекла. Эластомерные материалы по сравнению с волокнистыми материалами имеют преимущество по акустическим показателям и при этом занимают существенно меньший объем. Последнее преимущество касается и покрытий на основе пеностекла [8].

Наружные блоки систем кондиционирования воздуха, охладители систем холодоснабжения, располагаясь на фасадах и кровле зданий, излучают воздушный шум на прилегающую застройку. Из-за конструктивных особенностей этого оборудования набор методов и средств, пригодных для снижения шума, весьма ограничен. Поэтому экранирование указанных агрегатов является практически единственным средством снижения шума. Необходимую защиту от шума обеспечивают акустические экраны, состоящие чаще всего из листовых материалов, облицованных со стороны источника звука слоем волокнистого звукопоглощающего материала с защитным покрытием. Акустическая эффективность экранов зависит от их размеров, расстояния между экраном и источником, от высоты расположения расчетной точки и расстояния от нее до экрана [3].

Снижение аэродинамического шума вентиляторов, воздухораспределительных и регулирующих поток устройств систем ОВК в зданиях и застройке обеспечивается абсорбционными глушителями. Глушители достаточно просты по конструкции и технологии изготовления. При правильном проектировании они не создают больших гидравлических потерь в сети, но обеспечивают существенное снижение звуковой энергии, распространяющейся в воздуховодах. Затухание звука в глушителях зависит от длины активной части, периметра проходного

сечения, а также от толщины слоя, плотности и коэффициента звукопоглощения материала (ЗПМ) глушителя. Недостатком глушителей, как и других средств снижения шума, является их невысокая акустическая эффективность на частотах менее 250…300 Гц [10].

Эффективность глушителей во многом зависит от их конструкций. Трубчатые глушители (круглые и прямоугольные) эффективны в воздуховодах с поперечными размерами до 500 мм. Увеличить снижение шума в воздуховодах с большими поперечными размерами можно путем равномерного распределения ЗПМ по их сечению. Этот принцип использован в пластинчатом глушителе. В прямоугольных воздуховодах с поперечными размерами до 800×500 мм часто применяют канальные глушители. По сути, это пластинчатый глушитель с одной пластиной. В работе [11] показано, что в диапазоне низких частот (в октавных полосах $f_{ср}$ 63 и 125 Гц) эффективность трубчатого и канального глушителей практически не различается и не превышает 7…8 дБ. На частоте 250 Гц эффективность пластинчатого глушителя (толщина пластин 200 мм, расстояние между пластинами 200 мм) выше, чем у двух других, и достигает 12…13 дБ. Эффективность всех глушителей достигает максимума на частоте около 1000 Гц и с повышением частоты снижается.

Снижение структурного шума обеспечивается устройством виброизоляции в виде разнообразных упругих систем, размещаемых между строительными конструкциями и оборудованием. Конструкции систем зависят от сложности решаемых задач. Поскольку элементы систем ОВК являются источниками широкополосной вибрации, виброизоляция проектируется для широкого диапазона частот. Применяются одно-, двухзвенные, а в некоторых случаях и трехзвенные системы виброизоляции.

Снижение вибрации вентиляторов, входящих в состав вентиляционных установок, кондиционеров, воздушных охладителей, компрессоров холодильных машин, а также машин в целом, достигается с помощью пружинных, резиновых и комбинированных амортизаторов или виброизоляторов. Подбор и расчет виброизоляторов выполняется изготовителями оборудования. При этом определяются статический и динамический модули упругости виброизолирующего материала, расчетное статическое напряжение в нем, собственные частоты, рабочая высота, жесткость, количество виброизоляторов и допустимая нагрузку на каждый из них. Несмотря на принимаемые изготовителями меры, по разным причинам оборудование имеет достаточно большую остаточную вибрацию. Одна из них связана с тем, что на объектах количество размещаемого оборудования, как правило, большое. Оборудование устанавливается группами, в одном или нескольких помещениях, и различается по габаритам, массе, собственным частотам и другим характеристикам. При этом взаимодействие каждого агрегата с перекрытием усложняется, и его виброизоляторы не обеспечивают требуемое снижение вибрации. В таких случаях целесообразно использовать способ виброизоляции путем устройства пола на упругом основании ("плавающего пола"). За счет него частично снижается и усредняется взаимодействие разнообразных источников вибрации с перекрытием [12].

Эффект от установки "плавающего пола" достигается при выполнении ряда условий. Плита пола должна быть тщательно изолирована от стен, несущей плиты перекрытия и других конструкций здания. Наиболее важной характеристикой при проектировании "плавающего пола" является частота собственных колебаний f_0 пола. На частотах возбуждения f ниже $2f_0$ такой пол снижает минимально или вообще не снижает колебания. Необходимо добиваться того, чтобы для пола в области частот, в которой необходимо снижение колебаний перекрытия, выполнялось соотношение $2f_0 \leq f$. Это возможно за счет уменьшения динамического модуля упругости мате-

риала основания, увеличения толщины слоя этого материала и массы плиты пола. Максимальный эффект достигается при оптимальном соотношении параметров и учете влияния на частоту f_0 массы устанавливаемого на пол оборудования.

Важной задачей при проектировании "плавающих полов" является выбор материалов упругого слоя. Оптимальные с точки зрения обеспечения необходимой виброизоляции параметры и свойства имеют волокнистые материалы на основе стекловолокна (урса, изовер) и базальтовых пород (роквул, изотек), а также эластомерные материалы на основе пенополиэтилена и пенополипропилена (этафон, изолон, термофлекс и др.). Следует отметить, что распространенной ошибкой проектировщиков, приводящей к негативным последствиям, является использование в полах технических помещений в качестве упругого основания плотного экструдированного полистирола. Вибрационные характеристики этого эффективного теплоизолирующего материала практически исключают возможность его применения для виброизоляции. Данная ошибка проявляется преимущественно при введении в эксплуатацию оборудования после сдачи объекта. При этом выясняется, что вибрационные колебания перекрытий не только не снижаются, но и усиливаются при определенных условиях.

Исходя из многолетнего опыта борьбы с шумом, рекомендуется обратить внимание на следующее. В помещениях с жесткими акустическими требованиями, граничащими с техническими помещениями, нередко трудно или невозможно добиться требуемого снижения структурного шума без устройства в этих помещениях полов на упругом основании. На них следует устанавливать не только основное оборудование систем ОВК (вентиляционные установки, вентиляторы, циркуляционные насосы и др.), но и технологические трубопроводы, соединяющие элементы систем холодоснабжения, воздуховоды, шумоглушители и др. Обязательной мерой является виброизоляция указанных трубопроводов и воздуховодов в местах их проходов через ограждения.

ВЫВОДЫ

1. Затраты, связанные с устранением воздушного, аэродинамического и структурного шума, могут быть оптимальными, если необходимые защитные меры планируются на стадии проектирования объекта. Тогда есть возможность правильно оценить акустическую ситуацию и выбрать наиболее эффективные меры и средства, а также скорректировать объемно-планировочные решения и учесть конструктивные особенности зданий. На действующем объекте такая возможность исключена, поэтому затраты на осуществление комплексного (системного) подхода, обеспечивающего устранение всех путей передачи шума в помещениях и вибрации на строительные конструкции, во много раз выше, чем на стадии проектирования.

2. При разработке мер должен учитываться тот факт, что при сохранении хотя бы одного из путей распространения вибрации на строительные конструкции и воздушного шума в помещениях, осуществление других мер и связанные с ними затраты оказываются напрасными, или во всяком случае, не приводят к ожидаемому результату. Актуальность таких рекомендаций сохраняется при защите всех составляющих шума систем ОВК.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гусев В.П.* Акустический расчет как основа для проектирования малошумной системы вентиляции (кондиционирования) // АВОК. – 2006, №6. С. 60…66.

2. *Гусев В.П., Леденев В.И., Лешко М.Ю.* Расчет и проектирование шумоглушения систем вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления // Справочное пособие к актуализированной редакции СНиП 23-03-2003. Защита от шума (СП 51.13330.2011) / Под ред. И.Л. Шубина. – М.: НИИСФ РААСН.

3. СП 51.13330.2011. Актуализированная редакция 23-03-2003. Защита от шума.

4. *Гусев В.П., Жоголева О.А., Леденев В.И., Соломатин Е.О.* Метод оценки распространения шума по воздушным каналам систем отопления,

вентиляции и кондиционирования // Жилищное строительство. – 2012, № 6. С. 52…55.

5. *Антонов А.И., Жоголева О.А., Леденев В.И., Соломатин Е.О.* Расчет уровней прямого звука от линейных источников шума, располагающихся на промышленных предприятиях и в городской застройке // Волгоградский гос. архитектурн.-строит. ун-т. – 2013, № 31-1(50). С. 329…335.

6. *Гусев В.П., Леденев В.И.* Оценка звуковой мощности оборудования в вентиляционных камерах // АВОК. – 2009, №3. С. 32…39.

7. *Гусев В.П.* Расчет и проектирование защиты от шума транзитных воздуховодов систем ОВК // АВОК. – 2013, №2. С. 94…100.

8. *Гусев В.П., Сидорина А.В.* Акустические характеристики покрытий на воздуховоды и технологические трубы // Строительные материалы. – 2015, №6. С. 39…42.

9. *Гусев В.П., Леденев В.И., Шубин И.Л.* Оптимальная защита окружающей среды от шумового воздействия оборудования систем ОВК // Биосферная совместимость – 2014, №3(7). С.26…32.

10. *Гусев В.П., Лешко М.Ю.* Пластинчатые глушители шума вентиляционных установок (акустические и аэродинамические характеристики) // АВОК. – 2006, №8. С.34…38.

11. *Гусев В.П.* Из опыта борьбы с шумом оборудования инженерных систем // АВОК. – 2012, №2.С.38…42.

12. *Гусев В.П.* Вибрация оборудования инженерных систем и способы защиты от нее // АВОК. – 2010, №5. С. 60…66.

R E F E R E N C E S

1. Gusev V.P. Akusticheskij raschet kak osnova dlja proektirovanija maloshumnoj sistemy ventiljacii (kondicionirovanija) // AVOK. – 2006, №6. S. 60…66.

2. Gusev V.P., Ledenev V.I., Leshko M.Ju. Raschet i proektirovanie shumoglushenija sistem ventiljacii, kondicionirovanija vozduha i vozdushnogo otoplenija // Spravochnoe posobie k aktualiziro-vannoj redakcii SNiP 23-03-2003. Zashhita ot shuma (SP 51.13330.2011) / Pod red. I.L. Shubina. – M.: NIISF RAASN.

3. SP 51.13330.2011. Aktualizirovannaja redakcija 23-03-2003. Zashhita ot shuma.

4. Gusev V.P., Zhogoleva O.A., Ledenev V.I., Solomatin E.O. Metod ocenki rasprostranenija shuma po vozdushnym kanalam sistem otoplenija, ventiljacii i kondicionirovanija // Zhilishhnoe stroitel'stvo. – 2012, № 6. S. 52…55.

5. Antonov A.I., Zhogoleva O.A., Ledenev V.I., Solomatin E.O. Raschet urovnej prjamogo zvuka ot linejnyh istochnikov shuma, raspolagajushhihsja na promyshlennyh predprijatijah i v gorodskoj zastrojke // Volgogradskij gos. arhitekturn.-stroit. un-t. – 2013, № 31-1(50). S. 329…335.

6. Gusev V.P., Ledenev V.I. Ocenka zvukovoj moshhnosti oborudovanija v ventiljacionnyh kamerah // AVOK. – 2009, №3. S. 32…39.

7. Gusev V.P. Raschet i proektirovanie zashhity ot shuma tranzitnyh vozduhovodov sistem OVK // AVOK. – 2013, №2. S. 94…100.

8. Gusev V.P., Sidorina A.V. Akusticheskie harakteristiki pokrytij na vozduhovody i tehnologicheskie truby // Stroitel'nye materialy. – 2015, №6. S. 39…42.

9. Gusev V.P., Ledenev V.I., Shubin I.L. Optimal'naja zashhita okruzhajushhej sredy ot shumovogo vozdejstvija oborudovanija sistem OVK // Biosfernaja sovmestimost' – 2014, №3(7). S.26…32.

10. Gusev V.P., Leshko M.Ju. Plastinchatye glushiteli shuma ventiljacionnyh ustanovok (akusticheskie i ajerodinamicheskie harakteristiki) // AVOK. – 2006, №8. S.34…38.

11. Gusev V.P. Iz opyta bor'by s shumom oborudovanija inzhenernyh sistem // AVOK. – 2012, №2.S.38…42.

12. Gusev V.P. Vibracija oborudovanija inzhenernyh sistem i sposoby zashhity ot nee // AVOK. – 2010, №5. S. 60…66.

Рекомендована Ученым советом НИИСФ РААСН. Поступила 15.05.16.

УДК 628. 517.2

ЗАЩИТА ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ ОТ ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГАЗОВЫХ СТАНЦИЙ

PROTECTION RESIDENTIAL BUILDINGS FROM NOISE EFFECTS OF GAS STATIONS

М.Ю. ЛЕШКО, А.В. СИДОРИНА
M.YU. LESHKO, A.V. SIDORINA

(Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук)
(Research Institute of Building Physics of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences)
E-mail: mleshko@yandex.ru; anna_sidorina@mail.ru

Приведены данные о шумовом воздействии газорегуляторных станций на прилегающую жилую застройку. Для защиты селитебной территории указаны основные средства снижения шума оборудования станций и, как следствие, уменьшения шума на территории застройки. Приведены данные об эффективности звукоизолирующих покрытий на основе эластомерных материалов и методика подбора этих покрытий с учетом результатов акустических расчетов.

The data on noise exposure gas control stations on adjacent residential development. To protect residential areas listed bases-nye means of reducing the noise of equipment and stations , as a result, reduce noise on building sites . The data on the effectiveness of sound insulation in coatings based on elastomeric materials and methods of selection of these coatings to the scientists, including the results of acoustic calculations.

Ключевые слова: газорегуляторные станции, жилая застройка, звукоизолирующие покрытия, акустические расчеты, эффективность звукоизолирующих покрытий, эластомерные материалы.

Keywords: gas control stations, residential buildings, insulating coatings, acoustic calculations, the efficiency of acoustic insulation coatings, elastomeric materials.

В России насчитывается более десяти тысяч газорегуляторных станций (ГРС), через которые магистральный газ подводится к потребителю. Они относятся к системе жизнеобеспечения человека и одновременно круглосуточно негативно воздействуют на окружающую среду – излучают повышенный шум. Внутри зданий станций средней мощности корректированные уровни звука могут достигать 100…110 дБ (А), а снаружи 85…95 дБ (А). В тех случаях, когда они располагаются в черте городов и населенных пунктов, этот шум часто достигает жилой застройки и создает в жилье (особенно в ночное время) ненормативные акустические условия. Защита от него имеет важное социально-экономическое и экологическое значение.

Оборудование станций (регуляторы давления, диафрагмы, диффузоры, коллекторы и ответвления газопроводов) располагается преимущественно внутри типовых одноэтажных зданий из железобетона с ленточным одинарным остеклением. Часть оборудования (входные и выходные коллекторы, диафрагмы и др.) может располагаться снаружи этих зданий.

Технология оптимальной с точки зрения акустики и экономики защиты жилой застройки от шума газорегуляторных станций рассмотрена на примере ГРС "Южная", расположенной на территории ЮАО Москвы. Ближайший жилой дом находится на расстоянии около 90 м от нее.

Вид на основное оборудование станции внутри здания представлен на рис. 1 (входной коллектор и отводы с регулирующими устройствами внутри здания ГРС "Южная"). Само здание с одинарным остеклением со стороны выходного коллектора, а также жилой дом (в проеме между опорами) демонстрирует рис. 2.

Рис. 1

Рис. 2

Результаты акустического обследования (табл. 1) показали, что характер шума оборудования станции высокочастотный, а создаваемые им октавные уровни звукового давления (УЗД) достигают в помещении 101 дБ, а за его пределами (у входного и выходного коллекторов) 89…90 дБ.

Таблица 1

№ п/п	Измерительная точка, место измерения	Уровни звукового давления, дБ, на среднегеометрических частотах октавных полос, Гц									УЗ, дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
	Помещение (у отвода №1)										
1	ИТ1 (перед затвором)	73	74	81	85	94	95	98	90	79	101
2	ИТ2 (у конфузора)	70	74	78	85	91	94	97	91	80	100
3	ИТ3 (клапан предохранительный)	70	72	81	83	90	92	101	100	94	105
4	ИТ4 (у диффузора)	70	74	80	84	91	92	101	97	87	104
5	ИТ5 (у окна)	64	69	78	88	90	91	94	89	75	98
6	Допустимые УЗД	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
7	Требуемое снижение УЗД	-	-	-	6	12	16	21	18	6	18
	Территория										
8	ИТ6 (у входного коллектора)	71	69	71	81	87	89	90	81	71	94
9	ИТ7 (у выходного коллектора)	74	75	76	83	89	89	87	80	70	93

Необходимыми исходными данными для осуществления защиты от шума оборудования ГРС является зависимая от частоты величина его требуемого снижения (ТС) и внутри помещения, и снаружи, в первую очередь, на территории жилой застройки.

В помещении величину ТС октавных уровней звукового давления определим на постоянных рабочих местах, неизбежно возникающих в ремонтных зонах, создава-

емых вблизи тех или иных внутренних источников шума. Как показано в табл.1, эта величина составляет 12…21 дБ в диапазоне от 500 до 8000 Гц.

На прилегающую территорию, соответственно на жилую застройку, суммарно воздействуют два наружных источника: выходной коллектор и одинарное ленточное остекление (окно). Уровни шума, излучаемые первым источником, измерены и представлены в табл. 1.

Второй источник излучает шум, проникающий через окно из помещения (здания). Его уровни в расчетной точке за пределами помещения можно оценить по данным измерений в помещении в точке 5 (табл.1, п.5), как по результату суммарного воздействия всех внутренних источников, по формуле:

$$L_{ок} = L_{ш} - R + 10\lg B, \qquad (1)$$

где $L_{ш}$ – уровни шума в измерительной точке 5, дБ; R – звукоизоляция (ЗИ) одинарного ленточного остекления площадью около 60 м^2, дБ; В – постоянная условного помещения со звукопоглощением объемом 80 м^3, определяемого наружными размерами стены здания ГРС и расстоянием от нее до расчетной точки (1 м).

Результаты расчета УЗД в указанной расчетной точке по формуле (1) сведены в табл. 2.

Таблица 2

№ п/п	Рассматриваемые величины	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц								
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	УЗД в помещении, дБ	64	69	78	88	90	91	94	89	75
2	ЗИ остекления R, дБ	6	12	18	18	20	23	25	25	25
3	10lgB, дБ	3	3	3	3	3	2	0	-1	-2
4	УЗД снаружи помещения, дБ	61	60	63	73	73	70	69	63	48

Суммарное шумовое воздействие двух названных источников на окружающую среду, ориентированных на жилую застройку, определим в зоне их расположения путем энергетического суммирования измеренных и рассчитанных октавных уровней звуковго давления. Полученные таким образом УЗД (L_{r_1}) представлены в табл. 3 (расчет уровней шума в жилой застройке) п.1.

В жилой застройке на расстоянии 2 м от наружного ограждения жилого помещения (окна) октавные УЗД будут равны:

$$L_{r_2} = L_{r_1} - 15\lg\frac{r_2}{r_1}, \qquad (2)$$

где r_1 – расстояние от излучающей шум поверхности до центра источника; r_2 – расстояние от поверхности, излучающей шум, до расчетной точки.

В нашем случае r_1 = 1 м; r_2 = 90 м. Последовательность и результаты такого пересчета сведены в табл. 3. Кроме того, в ней приведены допустимые уровни шума на селитебной территории для ночного времени суток (с учетом поправки -5 дБ на шум инженерного и технологического оборудования) и октавные значения требуемого снижения шума.

Таблица 3

№ п/п	Рассматриваемые величины	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц								
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	Суммарные УЗД двух источников	66	70	78	88	90	91	94	89	75
2	15 lg (r_2/r_1)	29	29	29	29	29	29	29	29	29
3	Уровни шума у окна жилого помещения	43	41	49	59	61	62	71	60	46
4	Допустимые УЗД, дБ	78	62	52	44	39	35	32	30	28
5	Требуемое снижение шума, дБ	-	-	-	16	23	28	40	29	19

Как следует из результатов расчетов (табл. 3), для обеспечения нормативных акустических условий в расчетной точке, соответственно в жилье, требуется снижение уровней шума в частотном диапазоне от 250 до 8000 Гц. Сравнение этих расчетных данных с нормативными значениями на рис. 3 выполнено в более наглядной графической форме. На рис. 3 показано повышение уровня шума в помещении при замене испытательных каналов разных диаметров на гибкие воздуховоды: 1 – 103 мм; 2 – 127 мм; 3 – 163 мм; 4 – 203 мм; 5 – 254 мм; 6 – 317 мм; 7 – 355 мм.

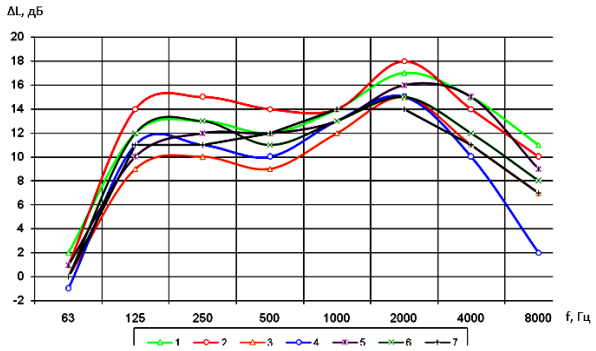


Рис. 3

Оптимальным решением требуемого снижения шума ГРС (с точки зрения акустики и экономики) на прилегающей территории и, в частности, в жилой застройке, является установка на газопроводы звукоизолирующих покрытий на основе эластомерных материалов. Данное утверждение основано на результатах обширных испытаний таких покрытий на специальном стенде в НИИСФ РААСН, которые приведены в работах [1…4].

Новые впервые публикуемые экспериментальные акустические данные по эффективности комбинированных покрытий из материалов типа К-Фоник - K-Flex ST толщиной 25 мм, плотностью 45 кг/ м^3 и K-FONIK GK толщиной 2 мм, плотностью 1475 кг/м^3 на трубу диаметром 400 мм частично представлены в табл. 4.

Отметим, что при установке покрытий из материала K-Flex ST плотностью 45кг/м^3 их звукоизолирующая способность в диапазоне 160…4000 Гц зависит от частоты, последовательности нанесения материалов и возрастает пропорционально количеству слоев материалов, толщина каждого из которых равна 25 мм.

Таблица 4

Величина	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Вариант покрытия 1: 4 слоя ST								
Эффект установки	3	4	8	11	15	28	45	46
Вариант покрытия 2: 3 слоя ST + 3 слоя GK								
Эффект установки	3	7	12	16	24	40	51	53
Вариант покрытия 3: 2 слоя ST + 1 слой GK								
Эффект установки	2	6	13	15	19	31	45	47
Вариант покрытия 4: 2 слоя ST + 2 слоя GK								
Эффект установки	4	7	13	17	20	32	47	49
Вариант покрытия 5: слой ST + 2 слоя GK								
Эффект установки	8	8	18	19	19	26	38	41
Вариант покрытия 6: слой ST + слой GK + слой ST								
Эффект установки	7	8	17	17	21	29	42	47
Вариант покрытия 7: слой ST + слой GK +слой ST + слой GK								
Эффект установки	9	10	18	22	31	39	49	51
Вариант покрытия 8: слой ST + слой GK + слой ST + слой GK + слой ST								
Эффект установки	7	10	18	22	36	45	51	54
Вариант покрытия 9: слой ST + слой GK + слой ST + слой GK + слой ST + слой GK								
Эффект установки	8	10	19	26	36	45	49	55

Используя приведенные характеристики, нетрудно подобрать оптимальный вариант. Как видно, для существенного снижения шума наружных источников пригодны три варианта покрытий (с 7 по 9-й). Однако вариант 7 не в полной мере обеспечивает требуемое снижение уровней шума в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 500 и 2000 Гц, а вариант 8 – с частотой 500 Гц. За счет ис-

пользования (внедрения) варианта покрытия 9 поставленная задача решается и это хорошо видно на рис. 3, где сравниваются ожидаемые уровни шума с нормативными значениями, при этом возрастают материальные затраты.

Снижение шумового воздействия окна достигается посредством снижения шума внутри здания ГРС с n источниками (в нашем случае в расчет принимаются 10 источников, звуковые мощности которых примерно равны). Вариант покрытия следует подбирать с учетом их суммарного шумового воздействия. Требуемое снижение шума в октавных полосах частот в этом случае будет равно:

$$\Delta L_{тр.п} = \Delta L_{тр1} + 10\lg n , \qquad (3)$$

где $\Delta L_{тр.п}$ – суммарное требуемое снижение шума в октавных полосах частот, дБ; $\Delta L_{тр1}$ – требуемое снижение шума одного источника, дБ; n – количество принимаемых в расчет источников шума внутри помещения.

Из таблицы находим, что необходимое снижение шума ($\Delta L_{тр.п}$) в помещении и за его пределами обеспечит вариант покрытия 7.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гусев В.П., Сидорина А.В.* Акустические характеристики покрытий на воздуховоды и технологические трубы // Строительные материалы. – 2015, №6. С. 35…39.

2. *Гусев В.П., Сидорина А.В*. Расчет и проектирование защиты от шума транзитных воздуховодов систем ОВК // АВОК. – 2013, №2. С. 94…100.

3. *Гусев В.П., Сидорина А.В*. Изоляция шума воздуховодов систем вентиляции покрытиями с использованием эластомерных и волокнистых материалов // Строительные материалы. – 2013, №6. С. 37…39.

4. *Гусев В.П., Лешко М.Ю., Сидорина А.В.* Защита от воздушного шума элементов систем вентиляции и кондиционирования воздуха // Тр. конф. IV академических чтений: Актуальные вопросы строительной физики: энергосбережение, надежность, экологическая безопасность, посвященных памяти Г.Л. Осипова. – М.: МГСУ, 3-5 июля, 2012.

REFERENCES

1. Gusev V.P., Sidorina A.V. Akusticheskie harakteristiki pokrytij na vozduhovody i tehnologicheskie truby // Stroitel'nye materialy. – 2015, №6. S. 35…39.

2. Gusev V.P., Sidorina A.V. Raschet i proektirovanie zashhity ot shuma tranzitnyh vozduhovodov sistem OVK // AVOK. – 2013, №2. S.94…100.

3. Gusev V.P., Sidorina A.V. Izoljacija shuma vozduhovodov sistem ventiljacii pokrytijami s ispol'zovaniem jelastomernyh i voloknistyh materialov // Stroitel'nye materialy. – 2013, №6. S. 37…39.

4. Gusev V.P., Leshko M.Ju., Sidorina A.V. Zashhita ot vozdushnogo shuma jelementov sistem ventiljacii i kondicionirovanija vozduha // Tr. konf. IV akademicheskih chtenij: Aktual'nye voprosy stroitel'noj fiziki: jenergosberezhenie, nadezhnost', jekologicheskaja bezopasnost', posvjashhennyh pamjati G.L. Osipova. – M.: MGSU, 3-5 ijulja, 2012.

Рекомендована Ученым советом НИИСФ РААСН. Поступила 15.05.16.

УДК 699.86

ТЕПЛООБМЕН НА ПОВЕРХНОСТИ ВЫСТУПАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ

HEAT TRANSFER ON THE SURFACE OF THE PROTRUDING ELEMENTS OF THE OUTDOOR ENCLOSURES

Н.П. УМНЯКОВА, К.С. АНДРЕЙЦЕВА, В.А. СМИРНОВ
N.P UMNYAKOVA, K.S. ANDREYTSEVA, V.A. SMIRNOV

(Научно-исследовательский институт строительной физики
Российской академии архитектуры и строительных наук)
(Research Institute of Building Physics
of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences)
E-mail: n.umniakova@mail.ru

В статье приведены результаты исследований температурных полей в зоне выступающих элементов зданий при различных конструктивных решениях узла примыкания выступающего элемента к наружному ограждению и междуэтажному перекрытию. Полученные на основе обработки экспериментальных данных значения коэффициентов теплообмена позволили получить эмпирические зависимости и интенсивность изменения теплообмена по выступающей поверхности ограждения.

The results of investigations of temperature fields in the area of projection elements of buildings in different construction solution of the connected junction of projection element to the wall envelope and intermediate floor. Obtained based on experimental data the values of heat transfer coefficients have provided empirical relationships and intensity of heat transfer along projection element of the enclosure.

Ключевые слова: коэффициент теплообмена, теплопроводное включение, изменение температуры, тепловой поток, несущий теплоизоляционный элемент.

Keywords: heat transfer coefficient, thermal conductivity, including, temperature change, heat flow, carrying the insulating element.

В технической литературе по строительной теплофизике, как в СП 50.13330.2012. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий, так и в монографиях и учебных пособиях К.Ф. Фокина, О.Е. Власова, Р.Е. Бриллинга, Б.Ф. Васильева, А.М. Шкловера, Ю.А. Табунщикова, М.М. Бродач, Ю.А. Матросова, Е.Г. Малявиной, рассмотрена теплозащита разнообразных конструктивных решений наружных ограждающих конструкций, позволяющая создать благоприятные комфортные тепловые условия в помещениях гражданских и промышленных зданий [1…4]. Однако вопросы исследования влияния выступающих балконных конструкций на теплозащитные свойства наружных ограждений практически не проводились, несмотря на то, что большинство строящихся и эксплуатируемых зданий, как правило, имеют на фасадах выступающие элементы различных конструкций, которые придают домам благоприятный и своеобразный архитектурный облик.

В связи с этим в НИИСФ РААСН были проведены комплексные теплофизические исследования с целью осуществления оценки теплозащитных свойств узла сопряжения балконной плиты с наружной стеной для установления степени эффективности использования в нем теплоизоляции в совокупности с изменяющимися различными температурами наружного воздуха [5], [6].

Для определения теплотехнических характеристик исследуемого узла проведены экспериментальные исследования в натурных условиях и климатических камерах НИИСФ. Экспериментальная конструкция представляла собой наружную стену, выполненную из монолитного железобетона 200 мм плотностью γ = 2400 кг/м^3, утепленную снаружи пенополистиролом толщиной 120 мм и оштукатуренную по полимерной стенке с использованием полиминеральных составов. Одна часть экспериментальной конструкции предусматривала традиционный вариант узла сопряжения наружной стены с междуэтажным перекрытием и балконной плитой при наличии перфорационных отверстий в междуэтажном перекрытии размером 500×120 мм, заполненных вставками из пенополистирола плотностью γ = 15 кг/м^3. Перфорационные отверстия в перекрытии были в том же сечении, что и теплоизоляционный слой стены (рис. 1 – общий вид конструкции узла сопряжения монолитного междуэтажного перекрытия с монолитной железобетонной балконной плитой толщиной 0,2 м и наружной трехслойной стеной толщиной 0,33 м при традиционном решении узла с устройством перфорационных отверстий: 1 – балконная плита; 2 – перфорированный участок с утеплением пенополистиролом плотностью 35 кг/м^3, размером 0,12×0,5 м и теплопроводным включением размером 0,12×0,2 м в зоне соприкосновения с наружной стеной; 3 – междуэтажное перекрытие).

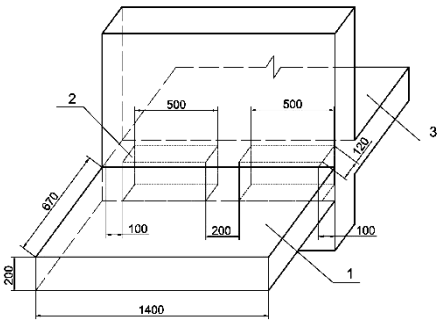


Рис. 1

Вторая часть экспериментальной конструкции имела между балконной железобетонной плитой и междуэтажным перекрытием несущий теплоизоляционный элемент ШеккИзокорб, представляющий собой прямоугольный теплоизоляционный элемент шириной 120 мм из пенополистирола "Неопор" с металлической арматурой из антикоррозионной стали. Металлическая арматура из коррозионной стойкой стали проходила через толщу несущего теплоизоляционного элемента Шекк, соединяющего железобетонную балконную плиту и плиту междуэтажного железобетонного перекрытия (рис. 2 – общий вид конструкции узла сопряжения монолитного междуэтажного перекрытия с монолитной железобетонной балконной плитой толщиной 0,2 м и наружной трехслойной стеной толщиной 0,33 м при установке в узле несущего теплоизоляционного элемента Шекк: 1 – балконная плита; 2 – несущий теплоизоляционный элемент Шекк; 3 – междуэтажное перекрытие).

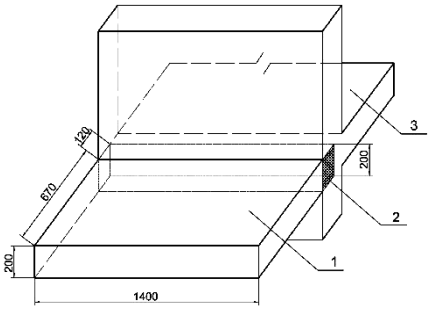


Рис. 2

В процессе монтажа экспериментального образца ограждения в толщу железобетонной монолитной балконной плиты были заложены датчики температуры, со стороны теплого и холодного отсеков камеры на поверхности стен, междуэтажного перекрытия и балконной были размещены датчики температуры и теплового потока.

Теплотехнические исследования в климатических камерах проходили при поддержании в теплом и холодном отделении следующих параметров температуры воздуха: $t_в$=20°С, $t_н$=-10°С, $t_в$=20°С, $t_н$=-20°С, $t_в$ =20°С, $t_н$ =-30°С и $t_в$ =20°С, $t_н$ =-40°С.

Анализ результатов распределения температур по различным сечениям показал, что температуры по длине балконной плиты изменяются достаточно резко. Так, величина перепада между температурой поверхности и температурой наружного воздуха достигает своего максимального значения в зоне узла сопряжения (после проведения серии испытаний в климатической камере при температурах воздуха в холодном отделении $t_н$ = - 10°С, $t_н$ = - 20°С, $t_н$=-30°С для получения температур $t_н$= = -40°С наружные стены климатической камеры были дополнительно утеплены). Особенно это наглядно просматривается по характеру распределения температуры по теплопроводному включению. Затем по ширине балконной плиты в направлении от наружной стены к торцу происходит постепенное уменьшение температурного перепада. Однако в сечении по центру перфорации с теплоизоляционным вкладышем и при наличии в узле несущего теплоизоляционного элемента Шекк величина температурного перепада перестает изменяться по ширине балконной плиты на расстоянии до 30 см от наружной стены. Таким образом, исследование распределения температур показало, что использование несущего теплоизоляционного элемента Шекк по сравнению с теплопроводным включением резко повышает температуру в зоне узла примыкания балконной железобетонной плиты к наружной стене.

В результате экспериментальных исследований установлена новая теплотехническая закономерность, которая позволяет даже при наличии балконов получить наружную оболочку здания с высокой теплозащитой. Причем эта зависимость просматривается при различных минусовых температурах наружного воздуха.

Проведенные исследования по определению тепловых потоков показали, что наибольшие потери теплоты происходят в зоне стыка балконной плиты с наружной стеной и наименьшие – в зоне торца балконной плиты. Полученные экспериментальные значения тепловых потоков в балконной плите в зависимости от конструкции стыка и температуры воздушной среды позволили определить величину коэффициента теплообмена для балконной плиты. Как отмечалось, в климатической камере при проведении теплотехнических исследований температура воздуха в теплом отделении поддерживалась на уровне $t_в$ = 20°С, а в холодном отделении составляла $t_н$ = - 10°С, $t_н$ = - 20°С, $t_н$ = - 30°С и $t_н$ = - 40°С.

На рис. 3 показано изменение среднего коэффициента теплообмена по длине балконной плиты для конструкции стыкового соединения, состоящего из теплопроводного включения из железобетона и перфорации в перекрытии с теплоизоляционным вкладышем, соприкасающимся с балконной плитой (1 – $t_н$ = - 40°С, 2 – $t_н$ = - 30°С, 3 – $t_н$ = - 20°С, 4 – $t_н$ = - 10°С). Изменение величины среднего коэффициента теплообмена по длине балконной плиты с несущим теплоизоляционным элементом Шекк в узле сопряжения наружной стены с балконной плитой приводится на рис. 4 (1 – $t_н$ = -40°С, 2 – $t_н$ = -30°С, 3 – $t_н$ = -20°С,4 – $t_н$ = -10°С).

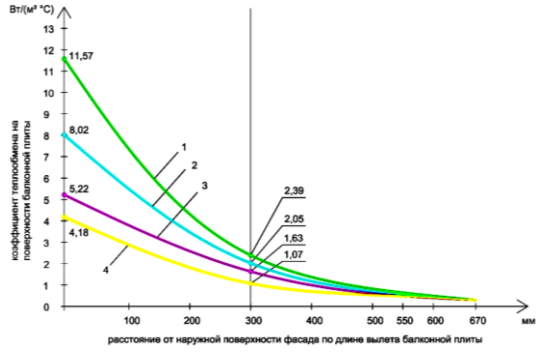


Рис. 3

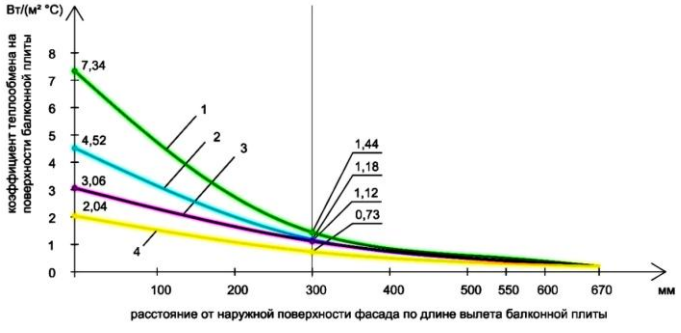


Рис. 4

ВЫВОДЫ

1. Таким образом, проведенные исследования позволили впервые получить численные значения коэффициентов теплообмена и их распределение на поверхности балконной плиты. Анализ полученных значений показал, что на величину коэффициента теплообмена на поверхности балконной плиты значительное влияние оказывает конструктивное решение узла сопряжения наружной стены, междуэтажного перекрытия и балконной плиты. Наиболее интенсивный теплообмен на поверхности балконной плиты наблюдается в месте ее примыкания к наружной стене, а наименее интенсивный – на расстоянии 30 см от стены и до торца балкона.

2. Конструктивное решение узла сопряжения также оказывает влияние на коэффициент теплообмена: наименьшие значения коэффициентов теплообмена получены при установке в узел несущего теплоизоляционного элемента Шекк, наибольшие – в зоне железобетонного теплопроводного включения между перфорационными отверстиями. Это подтверждает, что наиболее интенсивный теплообмен поверхности балконной плиты с наружным воздухом происходит в зоне теплопроводного включения, а наименее интенсивный и наименьшие тепловые потери – при использовании в узле несущего теплоизоляционного элемента Шекк.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Умнякова Н.П., Егорова Т.С., Андрейцева К.С., Смирнов В.А., Лобанов В.А.* Новое конструктивное решение сопряжения наружных стен с монолитными междуэтажными перекрытиями и балконными плитами // Строительные материалы. – 2013, № 6. С. 28…31.

2. *Фокин К.Ф.* Строительная теплотехника ограждающих частей зданий / Под ред. Ю.А. Табунщикова, В.Г. Гагарина. – 5-е изд., пересмотр. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2006.

3. *Малявина Е.Г.* Теплофизика зданий. – М.: Изд-во АСВ, 2013.

4. *Табунщиков Ю.А., Бродач М.М.* Системный анализ проектирования энергоэффективных зданий // Architecture and Modern Information Technologies. – 2015. № Special. С. 14.

5. *Умнякова Н.П., Андрейцева К.С., Смирнов В.А.* Эффективное конструктивное решение узла оболочки здания и биосферная совместимость //Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. – 2013, № 4. С.51…64.

6. *Умнякова Н.П., Андрейцева К.С., Смирнов В.А.* Инженерный метод расчета температуры в узле сопряжения наружной стены с монолитными междуэтажными и балконными плитами при использовании несущего теплоизоляционного элемента ШеккИзокорб //Строительство и реконструкция. – 2013, № 6 (50). С.53…64.

REFERENCES

1. Umnjakova N.P., Egorova T.S., Andrejceva K.S., Smirnov V.A., Lobanov V.A. Novoe konstruktivnoe reshenie soprjazhenija naruzhnyh sten s monolitnymi mezhdujetazhnymi perekrytijami i balkonnymi plitami // Stroitel'nye materialy. – 2013, №6. S. 28…31.

2. Fokin K.F. Stroitel'naja teplotehnika ograzhdajushhih chastej zdanij / Pod red. Ju.A. Tabunshhikova, V.G. Gagarina. – 5-e izd., peresmotr. – M.: AVOK-PRESS, 2006.

3. Maljavina E.G. Teplofizika zdanij. – M.: Izd-vo ASV, 2013.

4. Tabunshhikov Ju.A., Brodach M.M. Sistemnyj analiz proektirovanija jenergojeffektivnyh zdanij // Architecture and Modern Information Technologies. – 2015. № Special. S. 14.

5. Umnjakova N.P., Andrejceva K.S., Smirnov V.A. Jeffektivnoe konstruktivnoe reshenie uzla obolochki zdanija i biosfernaja sovmestimost' //Biosfernaja sovmestimost': chelovek, region, tehnologii. – 2013, № 4. S.51…64.

6. Umnjakova N.P., Andrejceva K.S., Smirnov V.A. Inzhenernyj metod rascheta temperatury v uzle soprjazhenija naruzhnoj steny s monolitnymi mezhdujetazhnymi i balkonnymi plitami pri ispol'zovanii nesushhego teploizoljacionnogo jelementa ShekkIzokorb //Stroitel'stvo i rekonstrukcija. – 2013, № 6 (50). S.53…64.

Рекомендована Ученым советом НИИСФ РААСН. Поступила 15.05.16.

УДК 534.833.522.4

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ СЛОИСТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНЕЧНЫХ РАЗМЕРОВ

DESIGN OF SOUND INSULATION OF LAYERED ELEMENTS OF THE FINITE SIZES

А.А. КОЧКИН, И.Л. ШУБИН, Л.Э. ШАШКОВА, Н.А. КОЧКИН
A.A. KOCHKIN, I.L. SHUBIN, L.E. SHASHKOVA, N.A. KOCHKIN

(Вологодский государственный университет,
Научно-исследовательский институт строительной физики
Российской академии архитектуры и строительных наук)
(Vologda State University,
Research Institute of Building Physics
of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences)
E-mail: vol.nikit@inbox.ru

Рассматривается расчет звукоизоляции слоистых вибродемпфированных элементов ограниченных размеров в различных частотных диапазонах. Приведены выражения для определения граничных частот расчетных областей.

Discusses the calculation of sound insulation of layered vibrodamping elements of limited size in different frequency ranges. Expressions are given for determining the boundary frequency of the calculated fields.

Ключевые слова: звукоизоляция, слоистый вибродемпфированный элемент, граничные частоты расчетных областей.

Keywords: soundproofing, layered vibrodamping element edge frequency calculation regions.

Для создания комфортной звуковой среды в зданиях используются различные строительно-акустические методы. Одним из них является метод звукоизоляции. Для повышения звукоизоляции ограждений, как правило, увеличивается толщина ограждения, что приводит к увеличению нагрузки на перекрытия. Проведены многочисленные теоретические и экспериментальные исследования звуковых полей перед и за ограждением, получены выражения для ограждения звукоизоляции различных конструктивных решений [1…6].

В работе предлагаются слоистые элементы с промежуточным вибродемпфирующим слоем [7], [8], звукоизоляция которых выше звукоизоляции однослойных ограждений, равных по поверхностной плотности.

Полученные выражения колебательных скоростей и излучаемой акустической мощности позволяют определить звукоизоляцию слоистых ограждений.

Выражение собственно звукоизоляции запишем в виде:

$$R = 10\ell g \frac{W_1}{W_2} \cdot \qquad (1)$$

Здесь W_1 – суммарная звуковая мощность в верхней среде; W_2 – прошедшая через ограждение звуковая мощность.

Причем:

$$W_1 = \frac{авP^2}{4\rho_0 c_0}, \qquad (2)$$

где P представляет суммарное амплитудное звуковое давление в верхней среде.

Звукоизоляция панели в области частот выше граничной

Излучаемая акустическая мощность $W_2 = \frac{\rho_0 c_0}{2} ав \tilde{\tilde{\overline{V}}}^2 \overline{\overline{S}}$ в области частот выше граничной. С учетом значения квадрата колебательной скорости она равна:

$$W_2 = \frac{\pi \rho_0 c_0}{4} ав \frac{\tilde{\tilde{\overline{P}}}_в^2}{m'^2 \omega_{mn} \Delta\omega\eta} \overline{\overline{S}}. \qquad (3)$$

Заменяя квадрат звукового давления $\tilde{\tilde{\overline{P}}}_в^2$ его значением и подставляя значения P_1 и P_2 из соотношений (2), (3) в зависимости (1), имеем:

$$R = 10\lg \frac{2m'^2 \omega_{mn} \Delta\omega\eta}{\pi \rho_0 c_0 \rho_0' c_0' \overline{\overline{S}} (\cos 2\theta_в - \cos 2\theta_н)}. \qquad (4)$$

Примем характеристические импедансы верхней и нижней сред равными между собой: $\rho_0 c_0 = \rho_0' c_0' = 420$ кг/м$^2 \cdot$с. Заменяя ω на 2πf, перепишем формулу (4) как:

$$R = 10\ell g \frac{1{,}41}{10^4} \frac{m'^2 f_{nm} \Delta f\eta}{\overline{\overline{S}} (\cos 2\theta_в - \cos 2\theta_н)}, \qquad (5)$$

где m' – масса единицы поверхности трехслойной плиты, кг/м^2.

Частоту f_{mn} можно принимать без заметной погрешности, равной среднегеометрической частоте интервала $\Delta f = f_1 - f_2$.

Углы θ найдутся как $\theta = \arcsin c_0 / c_u$. Здесь c_u фазовая скорость распространения изгибных волн в трехслойной пластине на частотах f_1 и f_2, которым, в свою очередь, соответствуют углы θ_1 и θ_2; c_0=344 м/с – скорость звука в воздухе. Формулу (5) можно переписать в другом виде.

Так как

$$\sin^2\theta = \frac{f}{f_c},$$

то

$$\cos 2\theta_2 - \cos 2\theta_1 = 2 f_Г \frac{\Delta f}{f_1 f_2}.$$

Тогда

$$R = 10\ell g \frac{0{,}7}{10^4} m'^2 \frac{f^3}{f_{Гmn} \overline{\overline{S}}} \eta, \qquad (6)$$

где $f_{Гmn} = f_Г$ – граничная частота волнового совпадения.

Коэффициент звукоизлучения определится зависимостью:

$$\overline{\overline{S}} = \frac{1}{\Delta f} (f_2 \cos\theta_{2B_2C_2} - f_1 \cos\theta_{1B_1C_1}).$$

Звукоизоляция в области неполных пространственных резонансов

Излучаемая мощность в этом случае будет описываться выражением:

$$\overline{W}_2^н = \frac{\rho_0 c_0}{2} ав \frac{4}{\pi^2} \frac{f_в \cos\theta_в}{\Delta f} \left[\tilde{\tilde{\overline{V}}}_{mn_0}^2 m_в \frac{n_{ср}^2}{(n_{ср}^2 - n_{ср}'^2)^2} + \tilde{\tilde{\overline{V}}}_{m_0 n}^2 n_в \frac{m_{ср}^2}{(m_{ср}^2 - m_{ср}'^2)^2} \right].$$

Тогда звукоизоляция трехслойной пластины определится как:

$$R = 10\lg \frac{4m'^2 \omega_{mn_0} \Delta\omega\eta}{\pi \rho_0^2 c_0 N(\Delta f, \theta)}, \qquad (7)$$

или, вновь считая $\rho_0 c_0 = 420$ кг/м$^2 \cdot$с, получим расчетную формулу:

$$R = 10\lg \frac{2{,}8}{10^4} \frac{m'^2 f_{mn_0 ср} \Delta f\eta}{N(\Delta f, \theta) \overline{\overline{S}}}. \qquad (8)$$

Здесь:

$$N(\Delta f, \theta) = [1 - (f_{ср} / f_в)^2].$$

Если анализ звукоизоляции проводится в третьеоктавных полосах, то:

$$R = 10\lg \frac{1{,}4}{10^3} \frac{m'^2 f \Delta f\eta}{\overline{\overline{S}}}, \qquad (9)$$

где $\overline{\overline{S}}$ из зависимости:

$$\overline{\overline{S}} = 0{,}933\left[m_в \frac{n_{ср}^2}{(n_{ср}^2 - n_{ср}'^2)^2} + n_в \frac{m_{ср}^2}{(m_{ср}^2 - m_{ср}'^2)^2} \right].$$

Для случая прохождения звука в октавных полосах:

$$R = 10\lg \frac{5{,}8 m'^2 f \Delta f \eta}{10^4 \overline{\overline{S}}_0}. \qquad (10)$$

Здесь величина $\overline{\overline{S}}$ найдется из равенства

$$\overline{\overline{S}} = 0{,}568\left[m_в \frac{n_{ср}^2}{(n_{ср}^2 - n_{ср}'^2)^2} + n_в \frac{m_{ср}^2}{(m_{ср}^2 - m_{ср}'^2)^2} \right].$$

Полученные зависимости (9) и (10) являются формулами для определения звукоизоляции трехслойных ограждений конечных размеров с вибродемпфирующим промежуточным слоем в частотной области неполных пространственных резонансов:

$$f_{Гmn_0} \le f_Г < f_{Гmn}.$$

Звукоизоляция на низких частотах

Проведем определение звукоизоляции пластины на частотах в области $f_{Гm_0n_0} \le f < f_{Гmn_0}$, используя предлагаемую выше расчетную схему.

Подставляя выражение усредненного квадрата колебательной скорости

$$\overline{\overline{\tilde{V}}}^2 = \frac{\pi}{32}\left[1 - \left(\frac{f_{ср}}{f_в}\right)^2\right] \frac{P^2}{m'^2 \Delta\omega \omega_{m_0n_0ср} \eta}$$

в зависимость излучаемой акустической энергии, имеем:

$$W_2^p = \frac{\rho_0 c_0}{2} \frac{\pi}{32} ав \left[1 - \left(\frac{f_{ср}}{f_в}\right)^2\right] \frac{P^2 \overline{\overline{S}}}{m' \Delta\omega \omega_{mnср} \eta}. \qquad (11)$$

Тогда собственно звукоизоляция (1) будет определяться как:

$$R = 10\lg \frac{1{,}14}{10^3} \frac{m'^2 f \Delta f \eta}{[1 - (f_{ср}/f)^2] \overline{\overline{S}}}. \qquad (12)$$

Здесь принято $\rho_0 c_0 = 420$ кг/м$^2 \cdot$с.

Для третьоктавных полос формула (12) перепишется:

$$R = 10\lg \frac{5{,}7 m'^2 f \Delta f \eta}{10^3 \overline{\overline{S}}}, \qquad (13)$$

где коэффициент звукоизлучения в соответствии с его зависимостью:

$$\overline{\overline{S}} = \frac{16}{\pi^4} \Delta N \frac{n_{ср}^2 m_{ср}^2 f_в \cos\theta_в}{(n_{ср}^2 - n_{ср}'^2)^2 (m_{ср}^2 - m_{ср}'^2)^2 \Delta f_в}$$

равен:

$$\overline{\overline{S}} = 0{,}379 \Delta N \frac{m_{ср}^2 n_{ср}^2}{(n_{ср}^2 - n_{ср}'^2)^2 (m_{ср}^2 - m_{ср}'^2)^2}. \qquad (14)$$

Для октавных частотных интервалов:

$$R = 10\lg \frac{2{,}83}{10^3} \frac{m'^2 f \Delta f \eta}{\overline{\overline{S}}_0}, \qquad (15)$$

где

$$\overline{\overline{S}}_0 = 0{,}23 \Delta N_0 \frac{n_{ср}^2}{(n_{ср}^2 - n_{ср}'^2)^2} \frac{m_{ср}^2}{(m_{ср}^2 - m_{ср}'^2)^2}. \qquad (16)$$

Построение частотной характеристики звукоизоляции

Установленные выше закономерности звукоизоляции относятся к областям простых, неполных и полных пространственных резонансов.

Вначале определим численные значения граничных частот этих областей.

Граничный пространственный резонанс

Из рассмотрения зависимостей скоростей $c_и$ и c_1 от частоты следует, что граничная частота расположена в довольно высокой области частот, где спектр частот собственных колебаний панели достаточно плотный. Поэтому граничный пространственный резонанс можно считать с достаточной точностью равным граничной частоте волнового совпадения.

Граничная частота волнового совпадения определится из уравнения:

$$(FN - TLh_3)\omega^4 + \left[(F+T)S - m'NC_u^2\right]C_u^2\omega^2 - m'SC_u^6 = 0.$$

Если учесть условие волнового совпадения $c_u = \frac{c_0}{\sin\theta}$ с углом $\theta = \frac{\pi}{2}$, то она будет равна:

$$f_{ГР} = \frac{c_0}{2\pi}\sqrt{\frac{Nm'c_0^2 - (F+T)S + \sqrt{[Nm'c_0^2 - (F+T)S]^2 + 4m'c_0^2S(FN - TLh_3)}}{2(FN - TLh_3)}}. \quad (17)$$

Граничный неполный пространственный резонанс

Определим наинизший неполный пространственный резонанс. Этот резонанс соответствует числу $n'_{mn_0} = \frac{1}{2}$, или числу $m'_{m_0n} = \frac{1}{2}$.

Точное значение этой частоты можно определить из рассмотрения степени совпадения форм собственных колебаний пластины и форм распределения звукового давления в плоскости пластины.

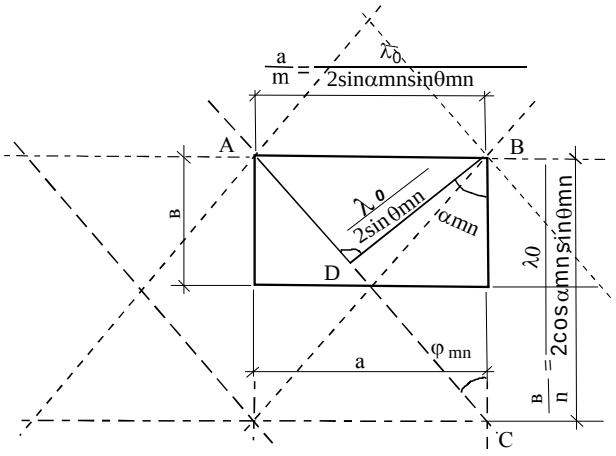


Рис. 1

На рис. 1, где представлены степени совпадения форм собственных колебаний элемента и форм распределения звукового давления в плоскости элемента, $m = 1, n' = \frac{1}{2}$, сплошными линиями нанесены узловые линии форм собственных колебаний трехслойной пластины, штриховыми линиями нанесена решетка узловых линий в волнах, образующих суммарную форму распределения давления, узловые линии которой обозначены штрихпунктирными линиями. Из треугольника ABD, где m' = m = 1; n – произвольно; n' = 1/2, исходя из этого получаем:

$$\lambda_0 = \frac{2a}{m}\sin\alpha_{mn}\sin\theta_{mn'}, \quad (18)$$

где угол $\alpha_{mn'}$ определится из треугольника ABC, как:

$$\alpha_{mn'} = \alpha_1 = \frac{\pi}{2} - \varphi_{mn'};\ \varphi_{mn'} = \operatorname{arctq}\frac{an'}{вт}. \quad (19)$$

Тогда наименьшее значение частоты, при которой справедливы условия $\left.\begin{matrix} m = m' \\ n \neq n' \end{matrix}\right\}$ a $\Big\}$, будет равно $f_{cmn_0} = \frac{c_0}{\lambda_0}$, где λ_0 – наибольшая проекция длины волн, что возможно при $\theta_{mn'} = \frac{\pi}{2}$ и m' = m = 1.

Отсюда

$$f'_{Гm_0n} = \frac{c_0}{2a\sin\alpha_{mn'}}. \quad (20)$$

$$f'_{Гm_0n} = \frac{c_0}{2в\sin\alpha_{m'n}}. \quad (21)$$

Формулы (20), (21) являются формулами для определения приближенного значения наинизшей частоты неполного пространственного резонанса, в которых не учтен дискретный характер собственных колебаний пластины.

Подставляя значение частоты (20) в уравнение

$$(FN - TLh_3)k^6 + (F + T)Sk^4 - m'\omega^2 Nk^2 - m'\omega^2 S = 0,$$

найдем выражение волнового числа $k'_{Гmn_0}$:

$$k'^2_{Гmn_0} = 2r\cos(60 - \varphi/3) - \frac{(F+T)S}{3(FN - TLh_3)}, \quad (22)$$

где $r = \sqrt{|P|}$;

$$P = \frac{(TLh_3 - FN)Nm'\omega^2 - (F+T)^2 S^2}{3(TLh_3 - FN)}.$$

С другой стороны, согласно соотношению

$$k^2 = \pi^2\left(\frac{m_1^2}{a^2} + \frac{n_1^2}{b^2}\right) k'^2_{Гmn_0}$$

запишется:

$$k'_{Гmn_0} = \pi^2\left(\frac{n'^2}{в^2} + \frac{1}{a^2}\right). \quad (23)$$

Приравнивая правые части зависимостей (23) и (22) между собой, найдем величину n'', соответствующую частоте $f'_{Гmm_0}$ и m = 1:

$$n'' = \frac{в}{a}\sqrt{\frac{a^2}{\pi^2}\left[2r\cos(60 - \phi/3) - \frac{(F+T)S}{3(FN - TLh_3)}\right] - 1}. \quad (24)$$

При этом целочисленное значение

$$n = n'' + O_n(f'_{Гmm_0}), \quad (25)$$

где $O_n(f'_{Гmm_0})$ – как и выше, нерегулярная ступенчатая функция, положительная по знаку, по величине, порядка единицы.

Точное значение частоты граничного неполного пространственного резонанса определится из выражения:

$$f_{Гmn_0} = \frac{k^2_{Гmn_0}}{2\pi}\sqrt{\frac{(FN - TLh_3)k^2_{Гmn_0} + (F+T)S}{m'(Nk^2_{Гmn_0} + S)}}. \quad (26)$$

Здесь $k^2_{Гmn_0} = \pi^2\left(\frac{в^2 + a^2 n^2}{a^2 в^2}\right)$; (27).

n – по зависимости.

Для случая $\left.\begin{matrix} m \neq m' \\ n = n' \end{matrix}\right\}$ аналогично найдем выражение числа m'', соответствующего частоте $f'_{Гnm_0}$ и n = 1:

$$m'' = \frac{a}{в}\sqrt{\frac{в^2}{\pi^2}\left[2r\cos(60 - \phi/3) - \frac{(F+T)S}{3(FN - TLh_3)}\right] - 1}. \quad (28)$$

Тогда точное значение граничной частоты неполного пространственного резонанса при $m = m'' + O_m(f'_{Гnm_0})$ будет:

$$f_{Гnm_0} = \frac{k^2_{Гnm_0}}{2\pi}\sqrt{\frac{(FN - TLh_3)k^2_{Гnm_0} + (F+T)S}{m'(Nk^2_{Гnm_0} + S)}}, \quad (29)$$

где $k^2_{Гnm_0} = \pi^2\left(\frac{a^2 + в^2 m^2}{a^2 в^2}\right)$.

Значением частоты неполного пространственного резонанса принимается наименьшее значение, подсчитанное по формулам (26), (29).

Граничный простой пространственный резонанс

Резонансные частоты, на которых выполняются условия максимального прохождения звука $\left.\begin{matrix} m \neq m' \\ n \neq n' \end{matrix}\right\}$, определятся из рассмотрения картины звуко- и виброполей.

$$\frac{\lambda_0}{2\sin\theta_{m'n'}} = \frac{a}{m'}\sin\alpha_{m'n'}. \quad (30)$$

Отсюда длина звуковой волны:

$$\lambda_0 = \frac{2a}{m'}\sin\alpha_{m'n'}\sin\theta_{m'n'}, \quad (31)$$

$$\alpha_{m'n'} = \frac{\pi}{2} - \varphi_{m'n'}, \qquad (32)$$

$$\varphi_{m'n'} = \operatorname{arctq}\frac{a}{в}\frac{n'}{m'}. \qquad (33)$$

Частота звука для заданных углов падения звуковых волн $\theta_{m'n'}$ и размеров пластины равна:

$$f'_{m_0n_0} = \frac{c_0 m'}{2a\sin\alpha_{m'n'}\sin\theta_{m'n'}}, \qquad (34)$$

и для наинизшей возможности частоты, когда $\theta_{m'n'} = \frac{\pi}{2}$, $m' = \frac{1}{2}$:

$$f'_{m_0n_0} = \frac{c_0}{4a}. \qquad (35)$$

Найденные значения граничных частот определяют три частотные участка.

В каждом из этих участков звукоизоляция управляется массой, частотой звука, коэффициентом потерь, зависит от размеров слоистого ограждения и его жесткостных параметров.

Для количественной оценки звукоизоляции слоистых конструкций в проектной практике могут быть рекомендованы формулы (6), (9), (10), (13), (15).

В связи с этим была принята следующая схема расчета.

1. Определяем граничные частоты расчетных областей:

а) граничная частота области простых резонансов найдется из зависимости (34), в которую входят величины скорости звука в верхней среде и больший размер прямоугольного ограждения;

б) вычисление граничного неполного пространственного резонанса можно произвести по методике, описанной выше;

в) граничный пространственный резонанс для шарнирно-опертой трехслойной пластины определится из зависимости (17).

2. Коэффициенты звукоизоляции для областей простых, неполных пространственных и полных резонансов.

3. Коэффициент потерь трехслойных панелей может быть взят из справочных материалов или определен экспериментально по известной методике.

4. Затем, руководствуясь соотношениями (6), (9), (10), (13), (15), подсчитываем значения звукоизоляции рассматриваемых ограждений.

5. По найденным значениям строим теоретическую частотную характеристику звукоизоляции.

В Ы В О Д Ы

1. Предлагаемый волновой подход к решению задач о колебаниях трехслойных элементов и их излучению показал, что механизм прохождения звука различен для простых, неполных и полных пространственных резонансов. Поэтому при рассмотрении звукоизоляции необходимо учитывать деление нормируемого диапазона частот на соответствующие области.

2. Впервые отмечено явление, что в области неполных пространственных резонансов звукоизоляция слоистого вибродемпфированного элемента управляется массой, частотой звука и, в отличие от закона массы, коэффициентом потерь каждого конструктивного слоя, жесткостью и размерами элементов.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Старцева О.В., Овсянников С.Н.* Теоретические и экспериментальные исследования звукоизоляции перегородок // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013, № 2 (39). С. 176…184.

2. *Старцева О.В., Овсянников С.Н.* Исследование звукоизоляции однослойных и двухслойных перегородок // Жилищное строительство. – 2012, №6. С. 43…46.

3. *Бобылев В.Н., Монич Д.В., Тишков В.А., Гребнев П.А.* Резервы повышения звукоизоляции однослойных ограждающих конструкций. – Н.Новгород, 2014.

4. *Бобылев В.Н., Тишков В.А., Монич Д.В., Красов Д.В.* О резервах звукоизоляции внутренних ограждающих конструкций зданий // Academia. Архитектура и строительство. – 2009, № 5. С.246…249.

5. *Антонов А.И., Жоголева О.А., Леденев В.И., Шубин И.Л.* Влияние звукопоглощения помещений и звукоизоляции дверей на шумовой режим в квартирах жилых зданий // Жилищное строительство. – 2014, № 6. С. 45…48.

6. *Горин В.А., Клименко В.В.* Изоляция воздушного шума междуэтажными перекрытиями с полами из деревянных элементов. Защита населения от повышенного шумового воздействия // Сб. докл. Всерос. научн.-практ. конф. с междунар. участием. – 2015. С. 270…273.

7. Патент 106269 РФ. Звукоизолирующая панель с вибродемпфирующими слоями /А.А. Кочкин; заявл. 30.11.2010. Опубл. 10.07.2011. Бюл. №19.

8. *Кочкин А.А.* Проектирование звукоизоляции слоистых вибродемпфированных панелей на основе гипсоволокнистых листов // Вестник МГСУ. – 2011. Т.1, № 3. С. 93…96.

R E F E R E N C E S

1. Starceva O.V., Ovsjannikov S.N. Teoreticheskie i jeksperimental'nye issledovanija zvukoizoljacii peregorodok // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. – 2013, № 2 (39). S. 176…184.

2. Starceva O.V., Ovsjannikov S.N. Issledovanie zvukoizoljacii odnoslojnyh i dvuhslojnyh peregorodok // Zhilishhnoe stroitel'stvo. – 2012, №6. S. 43…46.

3. Bobylev V.N., Monich D.V., Tishkov V.A., Grebnev P.A. Rezervy povyshenija zvukoizoljacii odnoslojnyh ograzhdajushhih konstrukcij. – N.Novgorod, 2014.

4. Bobylev V.N., Tishkov V.A., Monich D.V., Krasov D.V. O rezervah zvukoizoljacii vnutrennih ograzhdajushhih konstrukcij zdanij // Academia. Arhitektura i stroitel'stvo. – 2009, № 5. S.246…249.

5. Antonov A.I., Zhogoleva O.A., Ledenev V.I., Shubin I.L. Vlijanie zvukopogloshhenija pomeshhenij i zvukoizoljacii dverej na shumovoj rezhim v kvartirah zhilyh zdanij // Zhilishhnoe stroitel'stvo. – 2014, № 6. S. 45…48.

6. Gorin V.A., Klimenko V.V. Izoljacija vozdushnogo shuma mezhdujetazhnymi perekrytijami s polami iz derevjannyh jelementov. Zashhita naselenija ot povyshennogo shumovogo vozdejstvija // Sb. dokl. Vseros. nauchn.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem. – 2015. S. 270…273.

7. Patent 106269 RF. Zvukoizolirujushhaja panel' s vibrodempfirujushhimi slojami /A.A. Kochkin; zajavl. 30.11.2010. Opubl. 10.07.2011. Bjul. № 19.

8. Kochkin A.A. Proektirovanie zvukoizoljacii sloistyh vibrodempfirovannyh panelej na osnove gipsovoloknistyh listov // Vestnik MGSU. – 2011. T.1, № 3. S. 93…96.

Рекомендована Ученым советом НИИСФ РААСН. Поступила 15.05.16.

УДК 697.922

ОЦЕНКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРЯМОГО ЗВУКА ОТ ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩИХ ОГРАЖДЕНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ*

ESTIMATES OF THE PREVALENCE DIRECT SOUND FROM THE SOUND-INSULATING FENCES TECHNOLOGICAL EQUIPMENT OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY

А.И. АНТОНОВ, В.И. ЛЕДЕНЕВ, И.В. МАТВЕЕВА, И.Л. ШУБИН
A.I. ANTONOV, V.I. LEDENEV, I.V. MATVEEVA, I.L. SHUBIN

**(Тамбовский государственный технический университет,
Научно-исследовательский институт строительной физики
Российской академии архитектуры и строительных наук)
(Tambov State Technical University,
Research Institute of Building Physics
of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences)**
E-mail: gsiad@mail.tambov.ru

* Статья подготовлена в рамках выполнения НИР "Разработка методов оценки шумового режима в зданиях и на прилегающих к ним территориях для использования их при мониторинге шумового загрязнения среды и разработке мер по снижению шума в городской застройке" (код проекта 7.882.2014/К) с финансированием из средств Минобрнауки России в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности.

Для снижения шума технологического оборудования на предприятиях текстильной и легкой промышленности находят применение звукоизолирующие ограждения. При проектировании таких ограждений следует проводить оценку их звукоизолирующей способности. Для этого необходимо иметь метод расчета распространения прямого звука от них, как от источников шума, имеющих свои особенности. В статье приведена методика расчета прямого звука, излучаемого замкнутыми звукоизолирующими ограждениями.

To reduce noise from the process equipment at the enterprises of textile and light industry is the use of acoustic fencing. When designing these fencing, you need to evaluate their sound absorbing capacity. For this purpose it is necessary to have a method of calculating the propagation of direct sound from them, as from sources of noise, each with its own characteristics. In the article the method of calculation of the direct sound emitted by the sound-proof enclosures, large-sized sources of uneven radiation of sound energy from their surfaces.

Ключевые слова: звукоизолирующее ограждение, шум, уровень прямого звука, расчет прямого звука.

Keywords: sound proof fencing, noise, the level of the direct sound, the calculation of the direct sound.

На предприятиях текстильной и легкой промышленности имеется шумное технологическое оборудование, требующее для снижения излучаемого им шума устройства звукоизолирующих ограждений [1…3]. Согласно [4] технологическое оборудование на таких предприятиях представляет собой различные системы излучателей. В этих ситуациях звукоизолирующие ограждения могут изготавливаться как единое целое на всю длину оборудования или на отдельные его части, представляющие по условиям излучения шума точечные источники или источники сложной формы. По условиям ограничения габаритов звукоизолирующих ограждений конструкции ограждений должны быть малой толщины и при этом иметь высокую звукоизолирующую способность. В настоящее время такие характеристики имеют легкие слоистые непрозрачные и светопрозрачные конструкции, состоящие из вибродемпфированных элементов [5], [6].

При проектировании звукоизолирующих конструкций необходимо иметь методы расчета прямого звука, позволяющие надежно оценивать распределение прямого звука от устроенных защитных ограждений как от вторичных источников шума Полученные при расчетах уровни прямого звука и последующий расчет уровней отраженного звука в помещениях дают возможность установить требуемую для каждой конкретной производственной ситуации звукоизолирующую способность ограждения. В статье приведена методика расчета уровней прямого звука, излучаемого звукоизолирующим ограждением, учитывающая его особенности, влияющие на распространение прямого звука в среде помещений.

Замкнутые звукоизолирующие ограждения как вторичный источник шума имеют ряд особенностей.

1. Размеры ограждения могут быть гораздо больше размеров закрываемого им шумного оборудования и поэтому в отдельных случаях замкнутое звукоизолирующее ограждение следует рассматривать как крупногабаритный источник шума.

2. Форма замкнутого звукоизолирующего ограждения практически всегда проще формы размещенного в нем оборудования.

3. Ограждение частично сглаживает пространственную неоднородность излучения звука оборудованием. Фактор направленности излучения в этом случае более предсказуем по сравнению с направленностью закрываемого ограждением источника шума.

4. В большинстве случаев элементы ограждений кожуха имеют различную звукоизоляцию, и соответственно акустическая мощность различна на поверхностях ограждения.

Перечисленные особенности необходимо учитывать в методе расчета прямого звука от замкнутых звукоизолирующих ограждений технологического оборудования.

Небольшой, соразмерный внутренний объем звукоизолирующего ограждения предполагает образование в нем диффузного звукового поля. В этом случае интенсивность падающей изнутри на элементы ограждения звуковой энергии равна:

$$I = \frac{W}{S_{огр}} + \frac{4W(1-\alpha)}{\alpha S}, \qquad (1)$$

где W – акустическая мощность оборудования, размещаемого внутри ограждения; $S_{огр}$ – площадь конструкций ограждения; S, α – общая площадь и средний коэффициент звукопоглощения внутренних поверхностей ограждения, поверхностей источника шума (оборудования) и пола соответственно.

Как сказано выше, ограждения, как правило, имеют элементы с различной звукоизоляцией R_i (двери, окна для наблюдения за процессами, отверстия и т.п.) и соответственно акустическая мощность каждого отдельного их i-го элемента площадью S_i составляет:

$$W_i = IS_i \cdot 10^{-0,1R_i}. \qquad (2)$$

В настоящее время расчет прямого звука от звукоизолирующего ограждения выполняют по упрощенной методике, используя среднее значение звукоизоляции ограждения, определяемое как:

$$R_{огр.ср} = 10\lg\left(\sum_N S_i \Big/ \sum_N S_i \cdot 10^{-0,1R_i}\right). \qquad (3)$$

Уровень акустической мощности ограждения в этом случае составляет:

$$L_{w.огр} = L_w - R_{огр.ср} + 10\lg\left(1 + \frac{4S_{огр}(1-\alpha)}{\alpha S}\right), \qquad (4)$$

где L_w – уровень акустической мощности оборудования, размещенного внутри ограждения.

Дальнейший расчет шума от замкнутого ограждения осуществляется как от обычного объемного источника с равномерным излучением звуковой энергии методом воображаемой поверхности [7]. Значения энергии в ближнем звуковом поле предполагаются одинаковыми на геометрических поверхностях, повторяющих форму ограждения как ненаправленного источника шума. Уровни звукового давления при этом определяются по формуле:

$$L_{пpi} = L_{w.огр} + 10\lg(1/S_{пi}), \qquad (5)$$

где $S_{пi}$ – площадь воображаемой поверхности правильной геометрической формы, проходящей через точку наблюдения на расстоянии r_i от источника и упрощенно повторяющей его форму. Например, для источника в виде прямоугольного параллелепипеда со сторонами ℓ, b и h эта поверхность S_n будет иметь вид параллелепипеда со скругленными углами и ребрами и определяться как:

$$S_п = \ell b + 2(\ell + b)h + \pi r(\ell + b + 2h) + 2\pi r^2. \qquad (6)$$

С увеличением несоразмерности элементов ограждения точность расчетов прямого звука по формулам (5) и (6) снижается. Метод практически не применим для расчетов прямого звука от замкнутых

ограждений сложной формы. Для них невозможно построить поверхности равных уровней в виде простых геометрических форм. Следует отметить, что в формуле (5) не учитывается характерная для звукоизолирующих ограждений неоднородность излучения звуковой энергии с поверхностей. В то же время простая форма звукоизолирующего ограждения, стабильность и предсказуемость факторов излучения шума его элементами позволяют применить более точные методы расчета уровней прямого звука в его ближнем поле.

Расчет прямого звука от звукоизолирующего ограждения возможен на основе интегрального выражения, описывающего величину плотности звуковой энергии прямого звука в расчетной точке от объемного источника как результат суммирования вкладов от каждого участка dS поверхности ограждения:

$$\varepsilon_{пр} = \int_{S_{огр}} \frac{10^{-0,1R} I \Phi dS}{2\pi r^2 c}, \qquad (7)$$

где r – расстояние от элемента участка источника до расчетной точки; 2π – пространственный угол излучения; Ф – фактор направленности; с – скорость звука в воздухе.

При излучении энергии элементом поверхности ограждения фактор направленности следует принять $\Phi = 2\cos\theta$, где θ – угол между r и нормалью к элементу dS. В этом случае с учетом того, что $dS = r^2 \sin\phi d\phi d\theta / \cos\theta$, представляя поверхность ограждения из набора N элементов с соответствующей излучающей способностью, можно записать:

$$\varepsilon_{пр} = \sum_{i=1}^{N} \frac{10^{-0,1R_i} I_i \Theta_i}{\pi c}. \qquad (8)$$

Соответственно уровни прямого звука будут определяться как:

$$L'_{пр} = 10\lg\left(\sum_{i=1}^{N} \frac{10^{-0,1R_i} I_i \Theta_i}{\pi c} / I_o \right), \qquad (9)$$

где $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м^2 – интенсивность на пороге слышимости; Θ_i – телесный угол, стягиваемый поверхностью S_i ограждения.

В сферических координатах телесный угол Θ определяется как:

$$\Theta_i = \int_{S_i} \sin\varphi d\varphi d\theta. \qquad (10)$$

Величину телесного угла элемента излучающей шум поверхности ограждения удобно вычислить через трехгранные углы по теореме Люилье через его плоские углы $\gamma_a, \gamma_b, \gamma_c$ при вершине:

$$\Theta_i = 4\,\mathrm{arctg}\left(\sqrt{\mathrm{tg}\frac{\gamma_s}{2}\,\mathrm{tg}\frac{\gamma_s-\gamma_a}{2}\,\mathrm{tg}\frac{\gamma_s-\gamma_b}{2}\,\mathrm{tg}\frac{\gamma_s-\gamma_c}{2}} \right), \qquad (11)$$

где $\gamma_s = 0,5(\gamma_a + \gamma_b + \gamma_c)$.

Для реализации метода разработана компьютерная программа, в которой интеграл вычисляется численным методом.

Для оценки точности предложенного метода расчета проведены экспериментальные исследования и выполнено их сравнение с данными расчета.

В качестве источника вторичного шума использовалось прямоугольное звукоизолирующее ограждение размерами 2,0×0,5×0,5(h) м (рис. 1), внутри которого работал точечный всенаправленный источник вторичного звука.

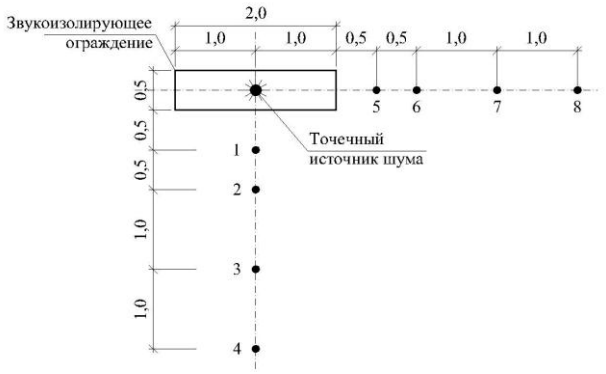


Рис. 1

Стенки ограждения выполнены из плит, имеющих в октавной полосе частот с $f_{ср}$=4000 Гц звукоизоляцию R=20 дБ. Мощность источника звука на этой частоте составляла L_p = 78,7 дБ. Коэффициент звукопоглощения внутренних поверхностей ограждения в полосе частот с $f_{ср}$=4000 Гц равен α=0,1. Интенсивность излучения звуковой энергии всеми поверхностями ограждения была одинакова.

Измерения выполнялись шумомером ЭКОФИЗИКА-110А на высоте 0,25 м от поверхности земли в направлении основных горизонтальных осей перпендикулярно боковой и торцевой поверхностям ограждения (рис. 1). Рассчитанные и измеренные уровни звукового давления в октавной полосе частот с $f_{ср}$ = 4000 Гц приведены в табл. 1. Видно, что предложенный метод даст наиболее близкие к эксперименту результаты. Кроме расчетов предложенным методом в табл. 1 приведены также результаты расчетов методом воображаемой поверхности с использованием формул (5) и (6) и методом точечного источника, при котором расчет проводился по формуле:

$$L_{ni} = L_{w.orp} + 10\lg(1/2\pi r_i), \qquad (12)$$

где r_i – расстояния от геометрического центра источника до i-й расчетной точки.

Видно, что в целом предложенный метод дает наиболее близкие к эксперименту результаты.

На рис. 2 показаны результаты расчета уровней прямого звука в ближнем поле звукоизолирующего ограждения с размерами 4×2×2(h) м при наличии участка с низкой звукоизоляцией и открытого проема; звукоизоляция основных элементов ограждений R = 20 дБ. На одной грани ограждения имеется элемент с более низкой звукоизоляцией, равной R = 5 дБ, и с открытым технологическим отверстием с размером 0,2×0,2 м. Видно, что напротив этого элемента на расстоянии 1 м от кожуха уровень шума на 20 дБ выше, чем в других точках помещения на таком же расстоянии от кожуха. Очевидно, что метод воображаемой поверхности из-за значительных погрешностей расчета в подобной ситуации использоваться не может.

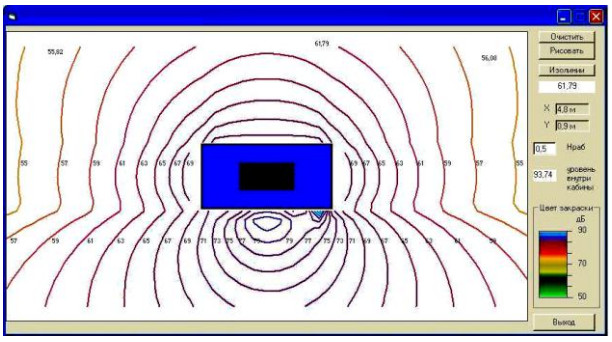


Рис. 2

Таблица 1

Номера точек измерения согласно рис.1	Расстояние от поверхности источника	Экспериментальные уровни звукового давления, дБ	Рассчитанные уровни звукового давления, дБ		
			с использованием выражения (9)	методом воображаемой поверхности	методом точечного источника
1	0,5	67,0	66,9	63,1	65,3
2	1,0	62,4	63,8	60,1	61,8
3	2,0	57,3	59,1	56,3	57,4
4	3,0	54,8	56,0	53,6	54,4
5	0,5	56,5	63,6	63,1	61,8
6	1,0	54,8	59,0	60,1	59,3
7	2,0	49,7	53,6	56,3	55,8
8	3,0	47,7	50,2	53,6	53,3

В Ы В О Д Ы

1. Выполненные нами исследования по использованию предложенного интегрального метода показали, что метод особенно эффективен при расчетах прямого звука от замкнутых звукоизолирующих ограждений сложной формы с большим различием в звукоизоляции элементов ограждений. Подобные задачи невозможно решить методом воображаемой поверхности. Он может использоваться только при незначительных различиях в звукоизоляции элементов и при соразмерной правильной форме замкнутого ограждения.

2. Для решения задач предложенным методом в настоящее время нами разработана компьютерная программа, позволяющая проводить расчеты прямого звука и проектировать замкнутые звукоизолирующие ограждения разной формы и с различной звукоизолирующей способностью элементов.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Щербаков В.И., Кочетов О.С., Дегтярев В.Н., Кочетов Л.М., Катеруша С.С.* Пути снижения шума прядильных машин типа ПСК // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1996, №4. С. 107...111.

2. *Кочетов О.С.* Методика расчета звукоизолирующих ограждений привода веретен прядильных машин // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1997, №5. С.93...98.

3. *Сажин Б.С., Кочетов О.С., Булаев В.А., Пирогова Н.В., Маркова Ю.А.* Исследование эффективности звукоизоляции ограждающих конструкций чулочно-носочных автоматов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №2. С. 81...87.

4. *Поболь О.Н., Фирсов Г.И.* Оценка шумовых характеристик машин в цеховых условиях (на примере текстильной и легкой промышленности) // Вестник научно-технического развития. – 2010, №12(40). С. 10...18.

5. *Кочкин А.А.* Проектирование звукоизоляции слоистых вибродемпфированных панелей на основе гипсоволокнистых листов // Вестник МГСУ. – 2011, № 3…1. С. 93…96.

6. *Кочкин А.А.* Звукоизоляция слоистых вибродемпфированных элементов светопрозрачных ограждающих конструкций // Строительные материалы. – 2012, № 6. С. 40.

7. *Осипов Г.Л., Юдин Е.Я.* Снижение шума в зданиях и жилых районах. – М.: Стройиздат, 1987.

R E F E R E N C E S

1. Shherbakov V.I., Kochetov O.S., Degtjarev V.N., Kochetov L.M., Katerusha S.S. Puti snizhenija shuma prjadil'nyh mashin tipa PSK // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1996, №4. S. 107...111.

2. Kochetov O.S. Metodika rascheta zvukoizolirujushhih ograzhdenij privoda vereten prjadil'nyh mashin // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1997, №5. S.93...98.

3. Sazhin B.S., Kochetov O.S., Bulaev V.A., Pirogova N.V., Markova Ju.A. Issledovanie jeffektivnosti zvukoizoljacii ograzhdajushhih konstrukcij chulochno-nosochnyh avtomatov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2000, №2. S. 81...87.

4. Pobol' O.N., Firsov G.I. Ocenka shumovyh harakteristik mashin v cehovyh uslovijah (na primere tekstil'noj i legkoj promyshlennosti) // Vestnik nauchno-tehnicheskogo razvitija. – 2010, №12(40). S.10...18.

5. Kochkin A.A. Proektirovanie zvukoizoljacii sloistyh vibrodempfirovannyh panelej na osnove gipsovoloknistyh listov // Vestnik MGSU. – 2011, №3…1. S. 93…96.

6. Kochkin A.A. Zvukoizoljacija sloistyh vibrodempfirovannyh jelementov svetoprozrachnyh ograzhdajushhih konstrukcij // Stroitel'nye materialy. – 2012, № 6. S. 40.

7. Osipov G.L., Judin E.Ja. Snizhenie shuma v zdanijah i zhilyh rajonah. – M.: Strojizdat, 1987.

Рекомендована Ученым советом НИИСФ РААСН. Поступила 15.05.16.

УДК 543.833:621

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ГАСИТЕЛЕЙ ДЛЯ СТАНКОВ

DESIGN OF TUNED MASS DAMPER FOR WEAVING MACHINES

В.А. СМИРНОВ
V.A. SMIRNOV

(Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук)
(Research Institute of Building Physics of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences)
E-mail: belohvost@list.ru

В работе рассматривается методика расчета и оценки эффективности динамического гасителя ткацкого станка. Приводится последовательность расчета и определяется величина относительной массы и настройки гасителя. Определяются амплитуды вынужденных колебаний защищаемого объекта, результаты расчета сравниваются с результатами численного анализа, проведенного в ПК Femap.

The article explains the design procedure and efficiency estimation methodology for weaving machine tuned mass damper. The calculcation algorithm is presented and both relative mass and tuning factor are calculated. The amplitudes of forced oscillations for isolated machine are calculated and results compared to dynamic analysis results, performed in FEM package PLM Femap.

Ключевые слова: виброизоляция, динамический гаситель, МКЭ, Femap.

Keywords: vibration isolation, tuned mass damper, FEM, Femap.

Задача виброизоляции оборудования ткацких фабрик становится все более актуальной в связи с переоборудованием и реконструкцией существующих предприятий, а также появлением большого числа частных мини-фабрик [1], [2]. Размещение существующего или нового оборудования в таком случае зачастую производится не только в подвальных или на первых этажах зданий, но и на более высоких этажах, что приводит к появлению нежелательных резонансных колебаний сооружения от работы ткацкого оборудования. При неучете динамических явлений или некачественном монтаже оборудования указанное воздействие может повлиять на прочностные характеристики сооружения, привести к повышенным уровням шума и вибрации.

На рис. 1 представлена осциллограмма вертикального усилия, передаваемого станком АТ-120-6 на основание [4].

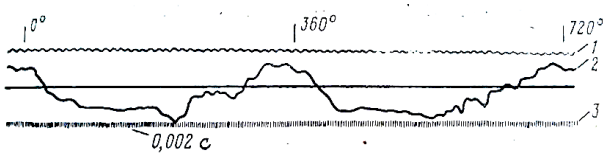


Рис. 1

Приведенная на рис. 1 осциллограмма (1 – отметка угла поворота главного вала; 2 – процесс; 3 – временная шкала) показывает, что амплитудное значение силы, передаваемой станком на основание, составляет 1000 Н. Изменение момента относительно оси УУ за время одного оборота главного вала соответствует характеру изменения горизонтальной нагрузки в направлении движения батана [3]. Моменты относительно горизонтальных осей возбуждают вертикальные колебания здания, амплитуды которых зачастую превышают требования санитарных норм. Кроме того, как показывают результаты замеров

[3], горизонтальная составляющая нагрузки, например, для станков АТ-120-6, оказывается выше вертикальной, и период колебаний, определяемый реализуемым технологическим процессом производства изделия, может зачастую совпадать с собственными периодами колебания сооружения. Также при работе станков в режимах пуска-остановки и простоя возбуждаются значительные импульсные нагрузки.

Наиболее эффективным методом снижения вибрации, передаваемой на несущие конструкции зданий, является виброизоляция источника колебаний, то есть самого ткацкого станка. Одним из эффективных средств борьбы с вибрацией ткацкого оборудования является метод динамического виброгашения, который заключается в присоединении к объекту виброзащиты динамических гасителей колебаний (ДГК). ДГК называют устройство, в котором возникает сила инерции, уменьшающая уровень колебаний защищаемой конструкции. Методы расчета и проектирования различных типов динамических гасителей подробно рассматриваются в монографиях [5], [6].

Рассмотрим далее задачу о гашении вертикальных колебаний микрочелночного станка СТБ-2-250. Основная частота его работы составляет 12,4 Гц, при этом максимальная величина вертикальной нагрузки составит 4000 Н [3], масса станка 3500 кг. Расчетная схема станка (M, K, x(t) – масса, жесткость пружины и закон колебаний; q(t) – вынуждающая нагрузка) с установленным на нем гасителем (m, k, y(t)) представлена на рис. 2. Под пружиной K на рис. 2 подразумевается установка станка на виброизоляторы, либо податливость плиты перекрытия.

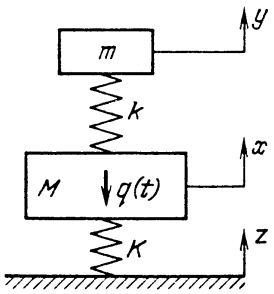


Рис. 2

В соответствии с [5] введем в рассмотрение следующие величины: $\omega_0 = \sqrt{K/M}$, $f_0 = \sqrt{k/m}$ – круговые частоты колебаний конструкции без гасителя и гасителя при x=0.

Параметры $v = m/M$, $f^2 = f_0^2/\omega_0^2$ – относительная масса и настройка гасителя. Действующая на массу гармоническая сила представляется в комплексной форме $q(t) = Qe^{ip_0 t}$, где Q и p_0 определяются в соответствии с параметрами работы станка. Эффективность виброгашения является максимальной при выполнении условия $f = p$, где $p = p_0/\omega_0$. Однако стоит отметить, что частота p_0 является нестабильной, как видно по ее реализациям на рис. 1, так как зависит от нагрузки, текущего этапа технологического процесса (простой батана), нагрузки на валу, которая имеет случайный разброс. В связи с этим, как отмечается в [4], [5], точная настройка гасителя на частоту возмущающей силы оказывается невозможной и следует выбирать параметры гасителя из условия оптимального виброгашения защищаемой системы в заданном частотном диапазоне $[p_1, p_2]$.

Установим критерий качества, например, допускаемый уровень виброскорости V = 10 мм/с – рекомендуемое предельное значение колебаний перекрытий для промышленных зданий в соответствии с ГОСТ Р 52892–2007. Тогда относительную массу и настройку гасителя можно найти, приравнивая к допускаемому значению V критерий качества на границах частотного диапазона. В соответствии с [4] вычислим значения коэффициентов:

$$\beta = \pm p^{\alpha_1+\alpha_2}/V, \quad \varphi_{1,2} = 1/(\beta + p_{1,2}^2 - 1), \quad (1)$$

где $\alpha_1 = 2$ – показатель степенной зависимости амплитуды от частоты при инерционных воздействиях, возникающих при вращении неуравновешенной массы с эксцентриситетом; $\alpha_2 = 1$ – множитель, соответствующий критерию скорости V.

Тогда относительная масса и настройка гасителя определяются в соответствии с выражением:

$$v = \frac{p_2^2 - p_1^2}{p_1^2 p_2^2(\varphi_2 - \varphi_1)}, \quad f^2 = \frac{p_1^2 p_2^2(\varphi_2 - \varphi_1)}{(p_2^2\varphi_2 - p_1^2\varphi_1)}. \quad (2)$$

Если учесть, что основная частота станка может изменяться в пределах ±0,1 Гц, тогда удается вычислить параметры гасителя. Рассмотрим два варианта установки станка. В первом примем, что станок опирается на прямоугольное перекрытие размерами в плане 6×12 м, выполненное из ребристых железобетонных плит. Групповую установку станков в данном случае не рассматриваем. Второй вариант заключается в установке станка на упругих опорах с собственной частотой 10 Гц (например, "Isotop" или ОВ-30), при этом податливость плиты перекрытия мы не рассматриваем.

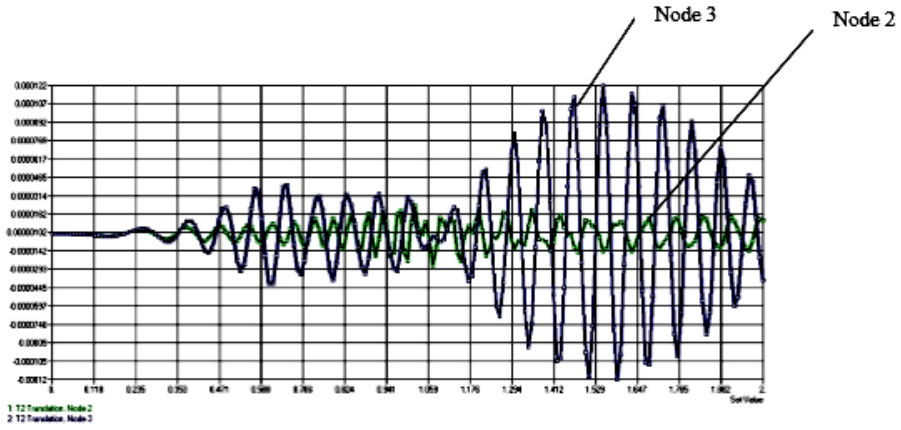
Проводя вычисления по формулам (1) и (2) для первого варианта установки, получаем следующие параметры гасителя:

$$v = 0{,}24;\ f = 0{,}245. \qquad (3)$$

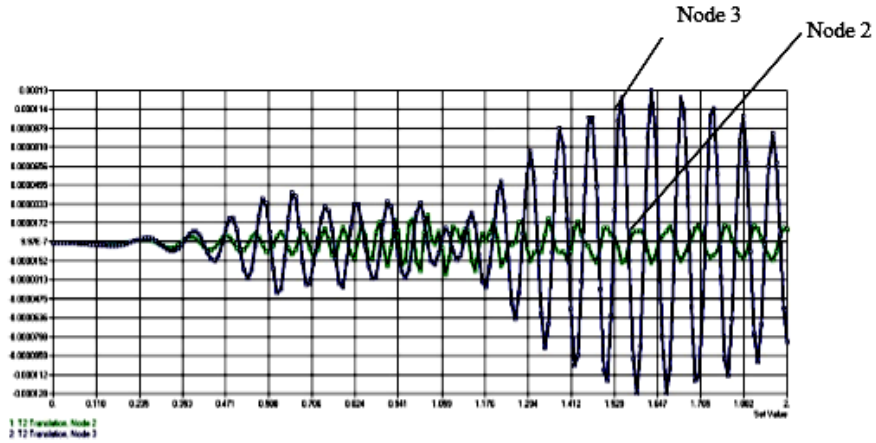
Тогда масса гасителя составит m=840 кг, а жесткость упругого элемента $k = 5{,}049 \cdot 10^6$ Н/м. Резонансная частота такого гасителя составит 12,336 Гц, а перемещения станка при колебаниях не превысят 7,48 мкм.

Для второго варианта установки получаем: v = 0,036; f = 1,241, m = 125,2 кг, $k=7{,}619 \cdot 10^5$ Н/м, резонансная частота такого гасителя – 12,414 Гц, перемещения станка при колебаниях не превышают 18 мкм.

Проверку представленных решений проведем, выполнив поверочный численный расчет в программном комплексе PLM Femap для двух случаев опирания станка. Зная габариты, массу, а также моменты инерции станка СТБ-2-250 [3], построим численную модель динамической системы, учитывающей массово-инерционные и жесткостные параметры станка, плиты перекрытия и динамического гасителя. Результаты проведенного динамического анализа представлены на рис. 3-а и б для вариантов опирания 1 и 2 соответственно.



а)



б)

Рис. 3

Кривая Node 2 на графиках рис. 3-а и б соответствует колебаниям станка, а Node 3 – колебаниям гасителя. Анализ результатов проведенного численного расчета показывает, что динамический гаситель эффективно снижает амплитуды колебаний станка не только в стационарных режимах, но и при пуске-остановке. Амплитуды вынужденных колебаний станка при опирании по вариантам 1 и 2 составили не более 14 и 17 мкм соответственно.

ВЫВОДЫ

По результатам выполненной работы можно заключить, что динамический гаситель эффективно снижает амплитуды резонансных колебаний станка при его стабильной работе на фиксированной частоте. Проведенный численный анализ подтверждает расчетные предпосылки. Оптимизация динамического гасителя при полигармоническом возмущении приводит к необходимости использования вязких или гистерезисных демпферов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кочетов О.С., Сажин Б.С.* Расчет систем виброизоляции для ткацких станков // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №5.

2. *Узакова Л.П., Файзиев С.Х.* Применение вибродемпфирующих материалов для уменьшения вибрации и шума в швейной промышленности // Молодой ученый. – 2015, №9. С. 325…327.

3. Вибрация и шум в текстильной и легкой промышленности / Под ред. проф. Коритысского Я.И. – М.: Легкая индустрия, 1974.

4. *Коренев Б.Г., Резников Л.М.* Динамические гасители колебаний. – Гл. ред. ф-м. лит-ры, Изд-во: Наука, 1988.

5. *Дукарт А.В., Олейник А.И.* Динамические гасители колебаний конструкций. – М.: Изд-во: "АСВ", 2015.

REFERENCES

1. Kochetov O.S., Sazhin B.S. Raschet sistem vibroizoljacii dlja tkackih stankov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2000, №5.

2. Uzakova L.P., Fajziev S.H. Primenenie vibrodempfirujushhih materialov dlja umen'shenija vibracii i shuma v shvejnoj promyshlennosti // Molodoj uchenyj. – 2015, №9. S. 325…327.

3. Vibracija i shum v tekstil'noj i legkoj promyshlennosti / Pod red. prof. Koritysskogo Ja.I. – M.: Legkaja industrija, 1974.

4. Korenev B.G., Reznikov L.M. Dinamicheskie gasiteli kolebanij. – Gl. red. f-m. lit-ry, Izd-vo: Nauka, 1988.

5. Dukart A.V., Olejnik A.I. Dinamicheskie gasiteli kolebanij konstrukcij. – M.: Izd-vo: "ASV", 2015.

Рекомендована Ученым советом НИИСФ РААСН. Поступила 15.05.16.

———————

УДК 628.921: 925.2

ВЛИЯНИЕ СВЕТОПРОПУСКАНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ОКОННЫХ БЛОКОВ НА СОБЛЮДЕНИЕ ГИГИЕНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

THE INFLUENCE OF LIGHT TRANSMISSION RATE ENERGY SAVING WINDOW UNITS FOR COMPLIANCE WITH HYGIENIC REQUIREMENTS

И.А. ШМАРОВ, В.А. ЗЕМЦОВ, В.Г. ГАГАРИН, Е.В. КОРКИНА
I.A. SHMAROV, V.A. ZEMTSOV, V.G. GAGARIN, E.V. KORKINA

(Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук)
(Research Institute of Building Physics of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences)
E-mail: shmarovigor@yandex.ru; ins-es@yandex.ru

Обеспечение предприятий текстильной промышленности естественным светом является важным фактором, влияющим на гигиенические по-

казатели, цветопередачу, выгорание тканей и др. При использовании остекления с защитными покрытиями может изменяться коэффициент естественной освещенности (КЕО). Определен общий коэффициент светопропускания оконных блоков со стеклами с низкоэмиссионными и солнцезащитными покрытиями и без покрытий. Проведено сравнение этих коэффициентов с использованием предложенного параметра относительного изменения КЕО. Показано, что относительное изменение КЕО составляет от 2 до 44%, в зависимости от выбранного остекления. Выявлена необходимость учета характеристик светопропускания современных оконных стекол при расчетах КЕО.

Providing the textile industry with day light is an important factor affecting the hygienic performance, color reproduction, fading of fabrics etc. When using glazing with protective coatings may change the day light factor. Defined the overall light transmission rate (LTR) of windows with glazing with low-e and solar control coatings and without coatings. A comparison of these rates with the use of the offer parameter relative change of the daylight factor, which ranges from 2 to 44%, depending on the chosen glazing. Identified the necessity of considering the characteristics of light transmission with current windows in the calculations daylight factor.

Ключевые слова: коэффициент естественной освещенности, низкоэмиссионные и солнцезащитные стекла, коэффициент светопропускания, энергоэффективность.

Keywords: daylight factor, low-emissivity and solar control glass, light transmission rate, energy efficiency.

Обеспечение предприятий текстильной промышленности естественным светом является важным фактором, влияющим на цветопередачу, при этом необходимо учитывать, что избыток ультрафиолетовой радиации может вызывать выгорание тканей. Естественное освещение помещений общественных и жилых зданий является и важнейшим гигиеническим аспектом, влияющим на здоровье городского населения. Известно, что естественное освещение благоприятно влияет на общее самочувствие, психоэмоциональное состояние, повышает невосприимчивость организма к химическим веществам и канцерогенам [1], что особенно важно ввиду ухудшения экологической ситуации. Отсутствие естественного света вызывает состояние организма, названное "световым голоданием", обусловленное дефицитом ультрафиолетового облучения и проявляющееся в нарушении обмена веществ и снижении резистентности организма [1], [2]. Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь естественное освещение [1…3].

Оценка достаточности естественного освещения определяется санитарно-гигиеническими требованиями [4] к коэффициенту естественной освещенности (КЕО), величина которого зависит и от светопропускания заполнений светопроемов [5]. В настоящее время промышленность выпускает различные варианты стеклопакетов, предназначенных для использования в зданиях различного назначения. Например, при использовании затеняющих стекол со специальными покрытиями в зданиях текстильных цехов может измениться цветопередача, но будет обеспечена защита от выгорания тканей [6], [7]. Вопросу влияния оконных блоков со стеклами с покрытиями на величину КЕО посвящена настоящая статья.

Рассмотрим влияние светопропускания оконного блока на КЕО.

Стекла с покрытиями имеют отличное от стекол без покрытий светопропускание в видимой области спектра [8], что влияет на светопропускание всего оконного блока, а, значит, и на величину КЕО.

Вычисление КЕО проводится по формуле [5]:

$$e_р = \left(\varepsilon q_\theta + \varepsilon' b_ф K_{зд}\right) r \tau_0 / K_з, \qquad (1)$$

где L – число участков небосвода, видимых через световой проем из расчетной точки; $\varepsilon_{бi}$ – геометрический КЕО в расчетной точке при боковом освещении, учитывающий прямой свет от i-го участка неба; q_i – относительная яркость i-го участка облачного неба; М – число участков фасадов зданий противостоящей застройки, видимых через световой проем из расчетной точки; $\varepsilon_{здj}$ – геометрический КЕО в расчетной точке при боковом освещении, учитывающий свет, отраженный от j-го участка фасадов зданий противостоящей застройки; $b_{фj}$ – средняя относительная яркость j-го участка противостоящего здания; r_0 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию; $K_з$ – коэффициент запаса, принимаемый равным 1,2; $k_{здj}$ – коэффициент, учитывающий изменения внутренней отраженной составляющей КЕО в помещении при наличии противостоящих зданий.

Методы определения всех параметров, входящих в формулу (1), приведены в [5].

Как следует из формулы (1), влияние заполнения оконного проема выражается коэффициентом светопропускания и коэффициентом запаса $\tau_0 / K_з$, которые входят в качестве сомножителей (при чистом остеклении $K_з = 1$). Обозначим через e^* значение КЕО без учета заполнения светопроема. Таким образом, для оценки влияния заполнения светопроема можно записать выражение:

$$e_р = e^* \tau_0. \qquad (2)$$

Из формулы (2) видно, что различие в значениях КЕО $e_р$, при прочем одинаковом e^*, будет определяться значениями τ_0, расчет которого приведен далее.

Определим общий коэффициент светопропускания оконного блока.

Общий коэффициент пропускания света оконным блоком зависит от материала и площади светопрозрачного заполнения, общей площади оконных переплетов и коробки блока. Методы его расчета и экспериментального определения рассмотрены в [9]. Общий коэффициент пропускания света оконным блоком вычисляется по формуле [5]:

$$\tau_0 = \tau_1 \tau_2. \qquad (3)$$

Коэффициент, учитывающий потери света в переплетах оконного блока, τ_2 определяется расчетом [9] или принимается по нормативным документам [5]. Второй параметр – коэффициент пропускания света светопрозрачным заполнением τ_1 – определяется экспериментально [8], [9], или принимается по данным производителя, или по справочным таблицам [5].

1. В качестве универсального метода расчета коэффициента, учитывающего потери света в переплетах оконного блока с различной конфигурацией ячеек, используется расчет по формуле [9]:

$$\tau_2 = \frac{1}{S_0} \sum S_i \left\{ 0{,}25 \left[\sqrt{\left(1/\beta_i\right)^2 + 4} - \left(1/\beta_i\right) \right]^2 + \frac{\beta_i \rho_д (1 - K_Г)^2}{2 - \rho_д \left[K_Г (2 + \beta_i) - \beta_i\right]} \right\}, \qquad (4)$$

где τ_1 – коэффициент пропускания света светопрозрачного заполнения ячеек переплета; $\beta_i = 2a_i b_i / h\sqrt{\pi}(a_i + b_i)$ – индекс i-й ячейки переплета прямоугольной формы; $\beta_i = r/h$ – индекс i-й ячейки переплета круглой формы; $\rho_д$ – коэффициент диф-

фузного отражения внутренних граней ячейки; a_i, b_i – ширина и высота i-й ячейки в свету, м; h – толщина ячейки переплета, м; r – радиус ячейки переплета, м.

В данной работе взят оконный блок с переплетами ПВХ фирмы Veka (рис. 1).

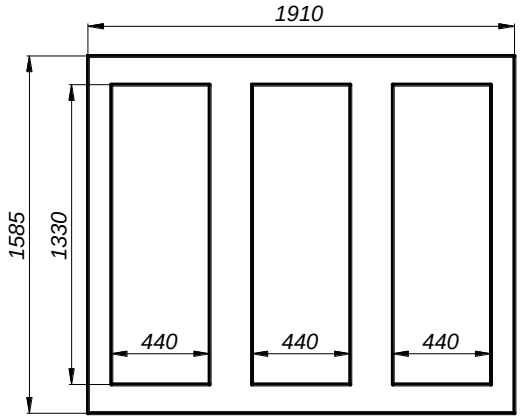


Рис. 1

Расчет по формуле (4) показал, что для данного оконного блока $\tau_2 = 0{,}515$.

2. Коэффициент пропускания света стеклами и стеклопакетами τ_1 можно определить с большой точностью на сравнительно небольших экспериментальных лабораторных установках. В настоящей работе экспериментальное определение светопропускания образцов стеклопакетов определяли на спектрофотометре СФ-256 УВИ. Обработку результатов проводили по [10]. Результаты представлены в табл. 1. Исследовались стеклопакеты со стеклами без покрытий и с низкоэмиссионными и солнцезащитными покрытиями. Специальные покрытия представляют собой электропроводящие слои, имеющие различное пропускание электромагнитных волн с различной длиной. В основном ассортименте выпускаемых видов стекол они имеют пониженное пропускание в инфракрасной области, что соответствует их назначению, как энергосберегающих и солнцезащитных стекол, то есть способствуют защите от перегрева помещений и находящихся в них людей [1], тем самым выполняют гигиеническую функцию. Также следует отметить, что стекла с покрытиями имеют пропускание УФ части спектра [11], что способствует санации поверхностей в помещении. В табл. 1 приведены коэффициенты пропускания электромагнитного излучения в ультрафиолетовом диапазоне τ_{UV-A}.

Проанализируем полученные результаты.

Из выражения (2) можно записать, что абсолютное изменение КЕО при использовании стеклопакета со стеклами с покрытиями вместо стекол без покрытий вычисляется как:

$$\Delta e_р = e * \left| \tau_0^{б.покр} - \tau_0^{покр} \right|. \qquad (5)$$

Отсюда следует, что относительное изменение КЕО составит:

$$\delta e_р = \frac{\Delta e_р}{e_р} = \frac{\left| \tau_0^{б.покр} - \tau_0^{покр} \right|}{\tau_0^{б.покр}} \cdot 100\%. \qquad (6)$$

В табл. 1 представлены измеренные значения коэффициентов светопропускания стеклопакетов τ_1, соответствующие им рассчитанные значения общего коэффициента светопропускания оконных блоков со стеклами с покрытиями $\tau_0^{покр}$, без покрытий $\tau_0^{б.покр}$ (в первой строке табл. 1), а также относительные изменения КЕО $\delta e_р$, определенные по формуле (6) .

При проектировании естественного освещения помещений зданий расчет общего коэффициента светопропускания оконного блока проводится по методике [5]. Однако в ней не содержатся данные по светопропусканию стекол с покрытиями. Поэтому для расчета возьмем данные таблицы Б.7 [5]: $\tau_1^{СП} = 0{,}8$, $\tau_2^{СП} = 0{,}75$. Тогда общий коэффициент светопропускания равен $\tau_0^{СП} = 0{,}8 \cdot 0{,}75 = 0{,}6$. Сравнивая полученное значение $\tau_0^{СП}$ с определенным расчетно-экспериментальным методом [9] $\tau_0^{б.покр} = 0{,}42$, можно по формуле (6) определить, насколько завышен КЕО при расчетах по СП: $\delta e_р = 43\%$.

Из данных табл. 1 видно, что относительное изменение КЕО $\delta e_р$ составляет от

2 до 44%, в зависимости от выбранного остекления. Причем для стеклопакетов со стеклами только с низкоэмиссионными покрытиями эта величина изменяется меньше и составляет от 2 до 9%. Такое понижение КЕО может повлиять на световой климат помещения и привести к дополнительным затратам электрической энергии на искусственное освещение.

Таблица 1

№ п/п	Формула стеклопакета	τ_{UV-A}, отн.ед.	τ_1, отн.ед.	$\tau_0^{покр}$ и $\tau_0^{б.покр}$, отн.ед.	$\delta e_р$, %
	Стеклопакет со стеклами без покрытий				
1	4 Optifloat Clear – 16 Ar – 4 Optifloat Clear	0,42	0,82	0,42	-
	Стеклопакеты со стеклами с низкоэмиссионными покрытиями				
2	6 Planibel Top NT –16–4M1	0,25	0,77	0,397	6
3	4 Climaguard N–16–4 M1	0,27	0,78	0,402	5
4	6 Climaguard N–16–4 M1	0,23	0,77	0,397	6
5	4 Optitherm S3 – 16– 4 M1	0,26	0,80	0,412	2
6	4 K-glass –16–4 M1	0,37	0,75	0,386	9
	Стеклопакеты со стеклами с низкоэмиссионными и солнцезащитными покрытиями				
7	6 Iplus Energy NT–16–4 M1	0,12	0,72	0,371	12
8	4 Suncool 70/40–16–4M1	0,24	0,73	0,376	11
9	6 Suncool 70/40–16–4 M1	0,23	0,72	0,371	12
10	6 Suncool 70/40–16–6 Climaguard N	0,13	0,70	0,361	15
11	4 Suncool 50/27 Pro T Blue–16–4M1	0,12	0,46	0,237	44
12	4 Suncool 50/25–16 – 4 M1	0,12	0,49	0,252	40
13	4 Suncool 66/33–16 – 4 M1	0,13	0,69	0,355	16

ВЫВОДЫ

1. Показано, что применение стекол с покрытиями снижает КЕО пропорционально изменению их коэффициента светопропускания. Поэтому необходимо учитывать снижение светопропускания стеклами с покрытиями и его влияние на величину КЕО при выборе остекления в расчетах естественного освещения.

2. Снижение фактического естественного освещения в помещениях вследствие неучета светопропускания современных стекол и, как следствие, некорректного расчета КЕО, может привести к световому дискомфорту и дополнительным затратам электрической энергии на искусственное освещение, что требует дополнительных вычислений энергоэффективности применения низкоэмиссионных стекол. С другой стороны, расчет по СП дает завышенные результаты, что также приводит к указанным последствиям. В связи с этим встает вопрос о внесении изменений в нормативные документы в части определения общего коэффициента светопропускания оконных блоков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Контроль физических факторов окружающей среды, опасных для человека // Под ред. В.Н. Крутикова, Ю.И. Брегадзе, А.Б. Круглова. – М.: Изд-во стандартов, 2003.

2. *Скобарева З.А., Текшева Л.М.* Биологические аспекты гигиенической оценки естественного и искусственного освещения // Светотехника. – 2003, № 4. С. 7.

3. *Земцов В.А., Гагарина Е.В.* Экологические аспекты инсоляции жилых и общественных зданий // Фундаментальные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2010 году. Научные труды РААСН. – Москва-Орел, 2011. С.406…412.

4. СанПиН 2.2.1/2.1.1. 1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Минздрав России, 2003.

5. СП 23-102–2003. Естественное освещение жилых и общественных зданий. –М.: Госстрой России, 2005.

6. *Суворов Г.А. и др.* Освещение на производстве: Эколого-гигиеническая оценка и контроль // Охрана труда и социальное страхование. – М., 1998.

7. *Торебаев Б.П., Мырхалыков Ж.У., Алимова Х.А.* Гармонизация цветов домашнего текстиля в интерьере // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 1. С. 79…82.

8. *Гагарин В.Г., Коркина Е.В., Шмаров И.А., Пастушков П.П.* Исследование влияния мультифункционального покрытия стекла на спектральное пропускание света // Строительство и реконструкция. – 2015, № 2 (58). С. 90…95.

9. *Земцов В.А., Гагарина Е.В.* Расчетно-экспериментальный метод определения общего коэффициента пропускания света оконными блоками // Academia. Архитектура и строительство. – 2010, №3. С. 472…476.

10. ГОСТ Р 54164–2010 (ИСО 9050:2003). Стекло и изделия из него. Методы определения оптических характеристик. – М.: Стандартинформ, 2010.

11. *Куприянов В.Н., Халикова Ф.Р.* Пропускание ультрафиолетовой радиации оконными стеклами при различных углах падения луча // Жилищное строительство. – 2012, № 6. С. 64…65.

R E F E R E N C E S

1. Kontrol' fizicheskih faktorov okruzhajushhej sredy, opasnyh dlja cheloveka // Pod red. V.N. Krutikova, Ju.I. Bregadze, A.B. Kruglova. – M.: Izd-vo standartov, 2003.

2. Skobareva Z.A., Teksheva L.M. Biologicheskie aspekty gigienicheskoj ocenki estestvennogo i iskusstvennogo osveshhenija // Svetotehnika. – 2003, № 4. S. 7.

3. Zemcov V.A., Gagarina E.V. Jekologicheskie aspekty insoljacii zhilyh i obshhestvennyh zdanij // Fundamental'nye issledovanija RAASN po nauchnomu obespecheniju razvitija arhitektury, gradostroitel'stva i stroitel'noj otrasli Rossijskoj Federacii v 2010 godu. Nauchnye trudy RAASN. – Moskva-Orel, 2011. S.406…412.

4. SanPiN 2.2.1/2.1.1. 1278–03. Gigienicheskie trebovanija k estestvennomu, iskusstvennomu i sovmeshhennomu osveshheniju zhilyh i obshhestvennyh zdanij. – M.: Minzdrav Rossii, 2003.

5. SP 23-102–2003. Estestvennoe osveshhenie zhilyh i obshhestvennyh zdanij. –M.: Gosstroj Rossii, 2005.

6. Suvorov G.A. i dr. Osveshhenie na proizvodstve: Jekologogigienicheskaja ocenka i kontrol'. // Ohrana truda i social'noe strahovanie. – M., 1998.

7. Torebaev B.P., Myrhalykov Zh.U., Alimova H.A. Garmonizacija cvetov domashnego tekstilja v inter'ere // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 1. S. 79…82.

8. Gagarin V.G., Korkina E.V., Shmarov I.A., Pastushkov P.P. Issledovanie vlijanija mul'tifunkcional'nogo pokrytija stekla na spektral'noe propuskanie sveta // Stroitel'stvo i rekonstrukcija. – 2015, № 2 (58). S. 90…95.

9. Zemcov V.A., Gagarina E.V. Raschetno-jeksperimental'nyj metod opredelenija obshhego kojefficienta propuskanija sveta okonnymi blokami // Academia. Arhitektura i stroitel'stvo. – 2010, №3. S.472…476.

10. GOST R 54164–2010 (ISO 9050:2003). Steklo i izdelija iz nego. Metody opredelenija opticheskih harakteristik. – M.: Standartinform, 2010.

11. Kuprijanov V.N., Halikova F.R. Propuskanie ul'trafioletovoj radiacii okonnymi steklami pri razlichnyh uglah padenija lucha // Zhilishhnoe stroitel'stvo. – 2012, № 6. S. 64…65.

Рекомендована Ученым советом НИИСФ РААСН. Поступила 15.05.16.

УДК 534.833.522.4

О РЕГУЛИРОВАНИИ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ СЛОИСТЫХ ВИБРОДЕМПФИРОВАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

ON THE REGULATION OF SOUND INSULATION LAMINATED VIBRODAMPING ELEMENTS

А.А. КОЧКИН, И.Л. ШУБИН, Н.А. КОЧКИН, А.В. КИРЯТКОВА
A.A. KOCHKIN, I.L. SHUBIN, N.A. KOCHKIN, A.V. KIRYATKOVA

(Вологодский государственный университет,
Научно-исследовательский институт строительной физики
Российской академии архитектуры и строительных наук)
(Vologda State University,
Research Institute of Building Physics
of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences)
E-mail: vol.nikit@inbox.ru; pgs-vgu@mail.ru

Рассматривается влияние параметров слоистого вибродемпфированного элемента на звукоизоляцию. Показана зависимость звукоизоляции слои-

стого вибродемпфированного элемента коэффициента потерь и модуля упругости вибропоглощающего слоя.

Discusses the influence of parameters of the layered vibrodamping element for sound insulation. The dependence of sound insulation of layered vibrodamping element loss factor and elastic modulus of the vibration damping layer.

Ключевые слова: звукоизоляция, слоистый вибродемпфированный элемент, коэффициент потерь, модуль упругости.

Keywords: soundproofing, layered vibrodamping element, the loss factor, the modulus of elasticity.

Для снижения шума в настоящее время разработаны эффективные строительно-акустические методы, в том числе и метод звукоизоляции [1…7]. Звукоизоляция ограждений является наиболее рациональным способом снижения шума, проникающего в помещения как из смежных объемов, так и снаружи здания. В то же время использование традиционных методов звукоизоляции связано с увеличением массы ограждения и соответственно с необходимостью увеличения несущей способности конструкций зданий. Последнее ведет к удорожанию их строительства. Требуется разработка новых конструкций, обладающих необходимой звукоизоляцией и имеющих при этом небольшую поверхностную массу. К таким конструкциям относятся легкие ограждения из слоистых элементов. Более высокая акустическая эффективность таких конструкций может быть обеспечена за счет использования в их составе элементов со слоями из вибродемпфирующих материалов, повышающих конструктивные коэффициенты потерь в этих элементах.

Для разработки акустически эффективных легких ограждений с вибродемпфирующими элементами, обладающих требуемой звукоизолирующей способностью, необходимы надежные методы оценки влияния параметров элементов и материалов слоистых конструкций на их звукоизоляцию, теоретическое и методологическое обеспечение их проектирования, а также достаточный объем экспериментальных исследований звукоизоляции отдельных слоистых элементов и легких ограждений в целом.

Снижение поверхностной плотности звукоизолирующих ограждающих конструкций является одной из важнейших задач в области разработки конструкций, используемых для снижения шума методом звукоизоляции. К настоящему времени предложены различные легкие ограждающие конструкции, состоящие из слоев, соединенных между собой различными способами. Чаще всего применяются конструкции, соединенные между собой "насухо", например, конструкции фирмы ТИГИ КНАУФ. Выполненный нами анализ показывает, что существуют значительные резервы повышения звукоизоляции таких конструкций за счет увеличения конструктивного коэффициента потерь в отдельных элементах и соответственно в целом в этих конструкциях.

В связи с этим в работе предложены новые легкие ограждающие конструкции, состоящие из слоистых вибродемпфированных элементов (СВДЭ) различных конструктивных решений [8], [9].

Слоистые вибродемпфированные элементы представляют собой два и более жестких листа (стекла, металла, гипсокартона, гипсоволокна, фанеры, ЦСП, ОСП и др.), соединенных между собой промежуточными вибродемпфирующими материалами (рис. 1 – слоистые вибродемпфированные элементы: 1 – жесткий слой (стекло, ГВЛ, ГКЛ, фанера и др.); 2 – вибродемпфирующий слой).

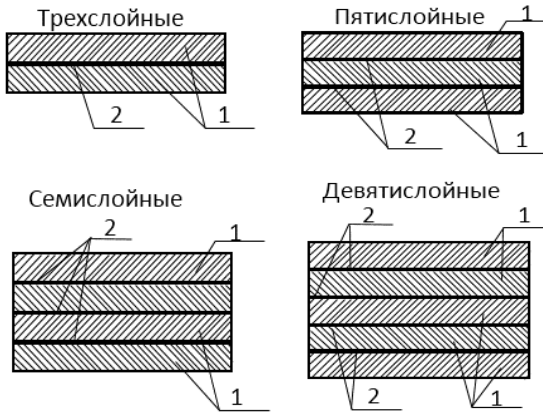


Рис. 1

В отличие от традиционных конструкций, применяемых для целей звукоизоляции, данные ограждения имеют высокий конструктивный коэффициент потерь и повышенную устойчивость.

Слоистые вибродемпфирующие конструкции на основе металла и специально разработанных вязкоупругих вибродемпфирующих материалов широко используются в практике борьбы с шумом и вибрациями, особенно в судо-, авиа- и автомобилестроении. Созданы высокоэффективные вибродемпфирующие материалы и конструкции. Все они успешно применяются для снижения вибрации.

Перечисленные выше конструктивные элементы используются на практике в основном для целей вибропоглощения и реже – для целей повышения звукоизоляции кожухов и других защитных устройств, применяемых при снижении шума машин и механизмов на транспорте и в других подобных отраслях.

В работе исследуются слоистые вибродемпфированные элементы и конструкции на основе этих элементов в качестве звукоизолирующих устройств. В качестве ВДМ используются широко выпускаемые наплавляемые гидроизоляционные материалы, смолы ультрафиолетового отвердения (для светопрозрачных конструкций), различные герметики, материалы на основе переработанных отходов полимеров. В отличие от конструкций для снижения вибрации, где ВДМ имеет очень высокий коэффициент потерь, для звукоизолирующих СВДЭ используются обычные материалы с меньшим коэффициентом потерь. Это связано с тем, что в области неполных пространственных резонансов и простых пространственных резонансов существует граничная величина эффективного коэффициента потерь СВДЭ, превышение которой не ведет к увеличению звукоизоляции.

Стекло, ГВЛ, ГКЛ, ЦСП, ОСП, фанера, металл и др. – это материалы для СВДЭ. СВДЭ – полуфабрикат, основа, из которой изготавливают легкие звукоизолирующие ограждающие конструкции с вибродемпфирующими слоями. СВДЭ и конструкции из них называются легкими, так как их поверхностная плотность (масса 1 $м^2$ ограждения), как правило, менее 100 $кг/м^2$ и граничная частота волнового совпадения $f_{гр}$ находится в нормируемом диапазоне частот. Для повышения звукоизоляции СВДЭ, состоящих из тонких жестких слоев, имеющих граничную частоту волнового совпадения в диапазоне высоких частот, необходимо смещать ее $f_{гр}$ в области более высоких частот, за пределы нормируемого частотного диапазона.

Оптимальным считается СВДЭ, удовлетворяющий требуемой звукоизоляции в определенном диапазоне частот при ее минимальной поверхностной плотности.

Звукоизоляция ограждений в различных частотных диапазонах зависит от поверхностной плотности μ и материала ограждения, характеризующегося толщиной отдельных слоев $h_{1,2}$ и h_3, размерами элемента a, b, динамическим модулем упругости слоев элемента $E_{1,2}$ и E_3, коэффициентом Пуассона $\upsilon_{1,2}$ и υ_3, коэффициентом потерь вибродемпфирующего материала η, а в СВДЭ также модулем сдвига G вибродемпфирующего слоя, ослаблением или усилением, симметричным или асимметричным расположением наружных слоев элемента.

Из дифференциального уравнения движения трехслойного элемента определена величина скорости распространения упругих волн:

$$c_u^6 c_s^2 + c_u^4 c_3^4 - c_u^2 c_2^4 c_S^2 - c_1^4 c_3^4 = 0. \quad (1)$$

Если принять в формуле (1) $c_2 = c_3$, что возможно при выполнении условия $h_1 = h_2 << h_3$, то выражение (1) по форме будет совпадать с уравнением Куртце, который в своих исследованиях трехслойных конструкций пользовался методами электроакустического моделирования.

Анализ уравнения (1) показывает, что весь диапазон исследуемых частот можно разделить на три области.

1. На низких частотах, когда $c_1 << c_s$, пренебрегая вторым и последним членами уравнения, будем иметь $c_u \approx c_3$, то есть в этой области частот в элементе образуются изгибные волны, и он колеблется как пластина с поверхностной массой μ и цилиндрической жесткостью N.

2. На высоких частотах $c_1 >> c_s$, пренебрегая первым и третьим членами, имеем $c_u \approx c_1$. Колебания элемента в основном определяются изгибными колебаниями обшивок, нагруженных массой среднего слоя.

3. В промежуточном диапазоне частот от $\omega_1 = \frac{S}{\sqrt{\mu N}}$ до $\omega_2 = \frac{S}{\sqrt{\mu\left(F - \frac{TLh_3}{N}\right)}}$, где $c_s \approx c_u$, преимущественные значения будут иметь сдвиговые колебания заполнителя. Видно, что в случае вибродемпфирующего промежуточного слоя сдвиговые деформации играют существенную роль в формировании скорости упругих волн.

Известно, что скорость распространения сдвиговых волн не зависит от частоты, если она меньше скорости звука в воздухе. То есть волнового совпадения не произойдет, по меньшей мере, до частоты ω_2, и звукоизоляция трехслойного элемента будет определяться законом массы.

Из анализа дисперсионных кривых скоростей изгибных и сдвиговых волн, определенных при решении уравнения (1), получаем, что на низких частотах скорости c_u асимптотически приближаются к кривой c_3, на высоких частотах – к кривой c_1. В промежуточной области частот наблюдается некоторое выполаживание дисперсионной кривой c_u, которое объясняется влиянием волн сдвига среднего слоя.

Видно, что граничная частота волнового совпадения трехслойного элемента находится в районе граничной частоты однослойной пластины равной массы с цилиндрической жесткостью $\left(F - \frac{TLh_3}{N}\right)$.

В соответствии с изложенным при проектировании трехслойных ограждений, звукоизоляция которых во всем расчетном диапазоне частот определяется законом массы, необходимо выполнить два требования: скорость сдвиговых волн среднего слоя, нагруженного с обеих сторон массой обкладок, должна быть меньше скорости звука в воздухе $c_S < c_0$; граничная частота пластины с поверхностной массой μ и цилиндрической жесткостью $\left(F - \frac{TLh_3}{N}\right)$ должна лежать выше расчетного диапазона частот, то есть $\frac{c_0^2}{2\pi}\sqrt{\frac{\mu N}{(FN - TLh_3)}} > f_{рас}$.

То есть в трехслойных элементах с промежуточным вибродемпфирующим слоем сдвиговые деформации дают существенный вклад в суммарное волновое синусоидальное движение элемента в широкой области частот. При этом следует стремиться к тому, чтобы скорость волн с преимущественным вкладом сдвига в среднем слое, нагруженном с обеих сторон массой обкладок, была меньше скорости звука в воздухе. Следует также стремиться к тому, чтобы граничная частота волнового совпадения некоторой условной пластины со скоростью c_1 лежала выше расчетного диапазона частот.

Звукоизоляция слоистых вибродемпфированных элементов в значительной мере зависит от коэффициента потерь и динамического модуля упругости вибро-

демпфирующего слоя [10], [11]. На рис. 2 показаны частотные характеристики звукоизоляции двух ограждений, состоящих из двух наружных листов силикатного стекла по 3,0 мм и прослойки из нафталана толщиной 1,0 мм с разницей при измерениях в 5 лет по сравнению с однослойным стеклом, равным по поверхностной плотности слоистым (1 – измеренные в начале эксплуатации, R_W=34 дБ; 2 – измеренные через 5 лет эксплуатации, R_W=33дБ; 3 – стекло толщиной 6 мм, R_W=28 дБ; 4 – закон массы).

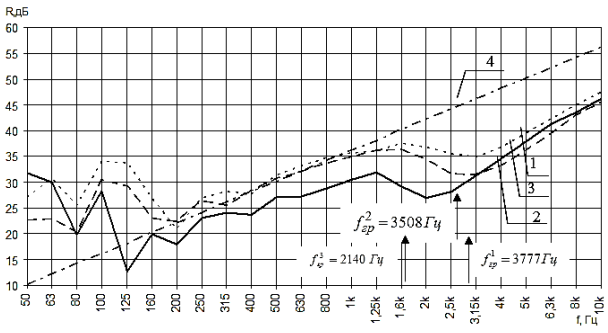


Рис. 2

Видно, что снижение коэффициента потерь и повышение динамического модуля упругости привело к снижению звукоизоляционных качеств конструкций и смещению граничной частоты волнового совпадения в область более низких частот. Так, для элемента, состоящего из двух листов силикатного стекла толщиной по 3мм и прослойки из нафталана толщиной 1мм, за 5 лет динамический модуль упругости нафталана увеличился с $3{,}3\cdot10^7$ до $6{,}7\cdot10^7$ Па, а граничная частота волнового совпадения снизилась с 3777 до 3508 Гц. В то же время это снижение звукоизоляции не превышает 1…2 дБ, то есть слоистые светопрозрачные элементы могут эксплуатироваться достаточно продолжительное время в качестве звукоизолирующих конструкций без существенного снижения их звукоизоляции.

В отличие от слоистых конструкций, которые используются для снижения вибрации, где вибропоглощающий материал должен иметь высокий коэффициент потерь, для легких ограждающих элементов с листами из ГВЛ, используемых в качестве звукоизолирующих конструкций, могут применяться в качестве вибродемпфирующего слоя обычные материалы с меньшим коэффициентом потерь. Это связано с тем, что в области неполных пространственных резонансов и в области простых пространственных резонансов существует предельная величина коэффициента потерь, дальнейшее повышение которой не ведет к увеличению звукоизоляции [12].

У легких слоистых вибродемпфированных элементов с поверхностной плотностью менее 100 кг/м^2 граничная частота волнового совпадения $f_{гр}$, как правило, находится в нормируемом диапазоне частот. Поэтому для повышения звукоизоляции конструкций из таких элементов необходимо смещать граничную частоту волнового совпадения в область более высоких частот за пределы нормируемого частотного диапазона. Это возможно путем регулирования величиной динамического модуля упругости вибродемпфирующего слоя.

Ниже рассмотрено влияние коэффициента потерь и динамического модуля упругости вибродемпфирующего слоя на звукоизоляцию слоистых вибродемпфированных элементов, состоящих из двух листов ГВЛ толщиной по 10 мм с промежуточным слоем из техноэласта толщиной 3 мм.

Коэффициенты потерь и динамические модули упругости ГВЛ толщиной 10 мм и техноэласта различной толщины исследованы в соответствии с ГОСТом 16297–80 на образцах размером от 10×10 см до 1,23×1,11 м на вибростенде в подвешенном состоянии и в проеме реверберационных камер с гипсовой заделкой по контуру, то есть в качестве конструкции.

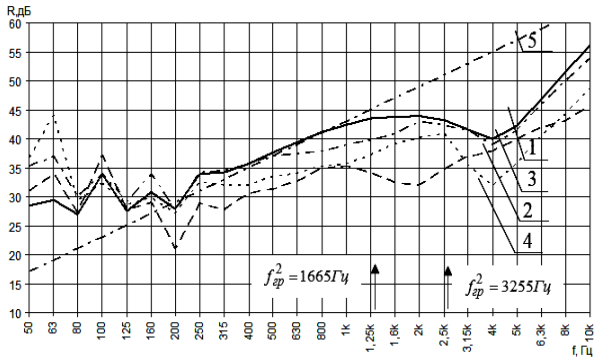


Рис. 3

На рис. 3 представлены частотные характеристики звукоизоляции слоистого элемента, состоящего из двух слоев ГВЛ толщиной по 10 мм (1 – склеенных одним слоем техноэласта толщиной 3 мм, μ =28,5 кг/м^2, R_W=41 дБ; 2 – склеенных эпоксидной смолой, μ =24,33 кг/м^2, R_W=33 дБ; 3 – склеенных элабитом, μ =26,6 кг/м^2, R_W=40 дБ; 4 – без склеивания, μ =23,30 кг/м^2, R_W=37 дБ; 5 – закон массы). Из рис. 3 видно, что использование вибродемпфирующего слоя из техноэласта (η=0,03 и $E_д$=2,1·10^7 Па) по сравнению с вибродемпфирующим слоем из эпоксидной смолы (η=0,01 и $E_д$=3,3·10^8 Па) в конструкции трехслойного элемента приводит к повышению звукоизоляции 1-го элемента (рис. 3) по сравнению со 2-м элементом за счет более высокого коэффициента потерь и смещения граничной частоты волнового совпадения в область более высоких частот (смещение граничной частоты с 1665 до 3256 Гц за счет уменьшения динамического модуля упругости).

ВЫВОДЫ

1. На звукоизоляцию слоистых вибродемпфированных элементов существенное влияние оказывает коэффициент потерь вибродемпфирующего слоя и динамический модуль упругости этого материала. Путем соответствующего подбора коэффициента потерь и динамического модуля упругости вибродемпфирующего материала можно обеспечить достаточное повышение звукоизоляции и в том числе за счет смещения граничной частоты волнового совпадения в область высоких частот и, возможно, за пределы нормируемого диапазона частот.

2. На звукоизоляцию слоистых вибродемпфированных элементов из ГВЛ, ГКЛ и фанеры существенное влияние оказывает толщина листов. Величина этого влияния зависит от соотношения изгибной жесткости листов и их поверхностной плотности. Поэтому при проектировании звукоизоляции таких конструкций необходимо целенаправленно подбирать толщину элементов, исходя из их поверхностной плотности и динамического модуля упругости.

3. Установлено, что конструкция из слоистых вибродемпфированных элементов имеет большую звукоизоляцию, чем сплошные конструкции равной поверхностной плотности. Разница в звукоизоляции возрастает при общей массе конструкции с увеличением количества слоев многослойной конструкции. Выбор количества слоев многослойной конструкции определяется требованиями необходимой звукоизоляции и возможностями их конструктивных решений. При увеличении количества слоев элемента существенно возрастает сложность устройства элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лелюга О.В., Овсянников С.Н.* Исследование звукоизолирующей способности облегченных перегородок //Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2014, № 5 (46). С. 98…105.

2. *Овсянников С.Н., Самохвалов А.С.* Окна в раздельных переплетах с высокой теплозвукоизоляцией // Строительные материалы. – 2012, № 6. С.40…41.

3. *Бобылев В.Н., Тишков В.А., Гребнев П.А., Монич Д.В.* Резервы повышения звукоизоляции перегородок из пазогребневых гипсовых плит // Приволжский научный журнал. – 2015, № 4 (36). С.41…45.

4. *Гребнев П.А., Монич Д.В.* Исследование звукоизолирующих свойств многослойных ограждений с жестким заполнителем // Жилищное строительство. – 2012, № 6. С. 50…51.

5. *Антонов А.И., Леденев В.И., Соломатин Е.О., Шубин И.Л.* Расчет шума при проектировании звукоизолирующих кожухов технологического оборудования // Строительные материалы. – 2015, № 6. С. 39…41.

6. *Горин В.А., Клименко В.В.* Звукоизолирующие свойства материалов упругих подложек, применяемых в конструкциях паркетных полов // Кровельные и изоляционные материалы. – 2014, №4. С. 15…16.

7. *Горин В.А., Клименко В.В.* К оценке изоляции ударного шума междуэтажными перекрытиями с полами из древесных материалов // Вестник МГСУ. – 2011, № 3-1. С. 66…72.

8. Патент 106269 РФ. Звукоизолирующая панель с вибродемпфирующими слоями /А.А. Кочкин; заявл. 30.11.2010. Опубл. 10.07.2011. Бюл. №19.

9. Патент 108057 РФ. Двойная звукоизолирующая конструкция с обшивками из слоистых вибродемпфированных панелей /А.А. Кочкин,

Н.А.Кочкин; заявл. 26.04.2011. Опубл. 10.09.2011. – Бюл. № 25.

10. *Кочкин А.А.* Проектирование звукоизоляции слоистых вибродемпфированных панелей на основе гипсоволокнистых листов // Вестник МГСУ. – 2011. Т.1, № 3. С. 93…96.

11. *Кочкин А.А.* Исследование коэффициента потерь материалов и конструкций легких ограждений // Вестник МГСУ. – 2011. Т.1, № 3. С.366…370.

12. *Кочкин А.А.* О проектировании звукоизоляции легких ограждений с промежуточным вибродемпфирующим слоем // Academia. Архитектура и строительство. – 2010, №3. С.191…193.

R E F E R E N C E S

1. Leljuga O.V., Ovsjannikov S.N. Issledovanie zvukoizolirujushhej sposobnosti oblegchennyh peregorodok //Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. – 2014, № 5 (46). S. 98…105.

2. Ovsjannikov S.N., Samohvalov A.S. Okna v razdel'nyh perepletah s vysokoj teplozvukoizoljaciej // Stroitel'nye materialy. – 2012, № 6. S.40…41.

3. Bobylev V.N., Tishkov V.A., Grebnev P.A., Monich D.V. Rezervy povyshenija zvukoizoljacii peregorodok iz pazogrebnevyh gipsovyh plit // Privolzhskij nauchnyj zhurnal. – 2015, № 4 (36). S.41…45.

4. Grebnev P.A., Monich D.V. Issledovanie zvukoizolirujushhih svojstv mnogoslojnyh ograzhdenij s zhestkim zapolnitelem // Zhilishhnoe stroitel'stvo. – 2012, № 6. S. 50…51.

5. Antonov A.I., Ledenev V.I., Solomatin E.O., Shubin I.L. Raschet shuma pri proektirovanii zvukoizolirujushhih kozhuhov tehnologicheskogo oborudovanija // Stroitel'nye materialy. – 2015, № 6. S.39…41.

6. Gorin V.A., Klimenko V.V. Zvukoizolirujushhie svojstva materialov uprugih podlozhek, primenjaemyh v konstrukcijah parketnyh polov // Krovel'nye i izoljacionnye materialy. – 2014, №4. S. 15…16.

7. Gorin V.A., Klimenko V.V. K ocenke izoljashhii udarnogo shuma mezhdujetazhnymi perekrytijami s polami iz drevesnyh materialov // Vestnik MGSU. – 2011, № 3-1. S. 66…72.

8. Patent 106269 RF. Zvukoizolirujushhaja panel' s vibrodempfirujushhimi slojami /A.A. Kochkin; zajavl. 30.11.2010. Opubl. 10.07.2011. Bjul. №19.

9. Patent 108057 RF. Dvojnaja zvukoizolirujushhaja konstrukcija s obshivkami iz sloistyh vibrodempfirovannyh panelej /A.A. Kochkin, N.A.Kochkin; zajavl. 26.04.2011. Opubl. 10.09.2011. – Bjul. № 25.

10. Kochkin A.A. Proektirovanie zvukoizoljacii sloistyh vibrodempfirovannyh panelej na osnove gipsovoloknistyh listov // Vestnik MGSU. – 2011. T.1, №3. S. 93…96.

11. Kochkin A.A. Issledovanie kojefficienta poter' materialov i konstrukcij legkih ograzhdenij // Vestnik MGSU. – 2011. T.1, № 3. S.366…370.

12. Kochkin A.A. O proektirovanii zvukoizoljacii legkih ograzhdenij s promezhutochnym vibrodempfirujushhim sloem // Academia. Arhitektura i stroitel'stvo. – 2010, №3. S.191…193.

Рекомендована Ученым советом НИИСФ РААСН. Поступила 15.05.16.

УДК 677.051.151.256

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ВЫХОДА ДЛИННОГО ВОЛОКНА ЛЬНА В ПРОЦЕССЕ ТРЕПАНИЯ

AUTOMATED CALCULATION OF THE OUTPUT OF LONG FLAX FIBRES IN THE SCUTCHING PROCESS

Н.И. КОВАЛЕНКО, М.С. БУРОВ, С.Н. РАЗИН
N.I. KOVALENKO, M.S. BUROV, S.N. RAZIN

(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: info@ kstu.edu.ru

В работе описано программное обеспечение для расчета выхода длинного волокна в процессе трепания. Алгоритм расчета построен на основе имитационного моделирования потока слоя обрабатываемых в процессе трепания стеблей.

The paper describes the software to calculate the yield of long fiber scutching process. Calculation algorithm is based on a simulation of the flow layer processed during scutching stems.

Ключевые слова: алгоритм, имитационная модель, зажимной механизм, выход волокна.

Keywords: algorithm, a simulation model, the clamping mechanism, the output fiber.

Эффективность процесса трепания определяется таким показателем, как выход длинного волокна. Он зависит от многих факторов, в частности, от условий зажима стеблей льна в транспортирующих ремнях зажимного механизма трепальной машины. В работах [1...18] отмечается, что условия зажима определяют надежность удержания стеблей льна в ремнях этого механизма. На практике считалось, что надежно зажаты те стебли, которые полностью попали на всю линию контакта транспортирующих ремней. В [14] предложена методика оценки надежности зажима стеблей, позволяющая более точно определять выход волокна в зависимости от условий зажима. На основе предложенной методики разработана система автоматизированного расчета эффективности условий зажима стеблей, а также выхода

длинного волокна. Теоретические разработки, положенные в основу методики, позволили создать имитационную модель потока слоя стеблей и провести вычислительный эксперимент на ЭВМ по расчету выхода волокна. Использование имитационного моделирования связано с тем, что осуществление экспериментов на реальном объекте имеет большие трудности его проведения. Современные компьютерные технологии позволяют проводить вычислительные эксперименты на ЭВМ с моделями, имитирующими поведение реальных объектов исследования.

Представленная в настоящей работе система автоматизированного расчета эффективности условий зажима стеблей льна в ремнях зажимного механизма состоит из двух модулей. Первый модуль – модуль стохастического моделирования потока слоя стеблей, второй модуль – модуль по расчету эффективности условий зажима стеблей льна в процессе трепания. Блок-схема алгоритма модуля стохастического моделирования представлена на рис. 1.

Рис. 1

Алгоритм построения имитационной модели реализуется на ЭВМ по методу Монте-Карло. Он состоит из трех этапов. На первом этапе осуществляется генерация случайных чисел, равномерно распределенных в интервале от нуля до единицы. На втором этапе для определения значений случайных величин, распределенных по нормальному закону, используется формула:

$$x = M(X) + \sigma(X)\left[\sum_{i=1}^{12} r_i - 6\right],$$

где r_i – значения случайной величины, равномерно распределенной на [0; 1]; M(X), σ(x) – математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение количества стеблей по длине, смещению по комлям и вершинам и углу дезориентации в потоке обрабатываемого слоя.

На третьем этапе проводится статистическая обработка результатов моделирования. При этом весь диапазон длин разбивается на m интервалов, диапазон углов дезориентации – на n интервалов, диапазон смещения по комлям и вершинам – на k интервалов. В результате получаем количество стеблей, попавших в заданные диапазоны.

Рис. 2

Блок-схема алгоритма второго модуля представлена на рис. 2. На шаге 1 задаем исходные данные, полученные в результате расчета в первом модуле. Затем в цикле для каждого стебля определяется длина его участка, попавшего под зажим транспортирующих ремней. Для этого на шаге 3 определяется координата положения комля стебля на основе модели, представленной в [14]. На шаге 4 алгоритма по координате комля вычисляется сила трения F стебля о поверхности транспортирующих ремней зажимного механизма по предварительно полученной зависимости. Затем по имеющейся зависимости силы натяжения от длины обрабатываемого стебля на шаге 5 определяется сила натяжения T стебля в сечении зажима. На шаге 6 осуществляется процесс сравнения значений сил F и T. На шаге 7 рассчитывается масса стеблей, удержавшихся в зажиме ремней, по следующей зависимости:

$$M_{ост} = \sum_{i=1}^{k} m_i = \gamma \sum_{i=1}^{k} \ell_i,$$

где γ – линейная плотность стебля, m_i – масса стебля, ℓ_i – длина стебля, k – количество удержавшихся в зажиме стеблей.

На шаге 8 рассчитывается общая масса стеблей M, поступивших на обработку в трепальную машину:

$$M = \sum_{i=1}^{n} m_i = \gamma \sum_{i=1}^{n} \ell_i,$$

где n – общее количество стеблей, поступивших на обработку.

Шаги с 3 по 8 повторяем для каждого стебля. На последнем шаге 9 определяется выход длинного волокна. Так как доля волокна в общей массе стебля составляет только 25%, то выход длинного волокна после обработки в первой секции трепальной машины рассчитывается по формуле:

$$\eta = \left(1 - \frac{M_{вып}}{M}\right) \cdot 0{,}25,$$

где $M_{вып} = 1\text{-}M_{ост}$ – масса выпавших стеблей.

Предполагая, что потери волокна одинаково происходят как в первой, так и во второй секциях трепальной машины, то общий выход длинного волокна после обработки в обеих секциях найдем по формуле:

$$\xi = \eta^2.$$

Имитационная модель для расчета эффективности условий зажима стеблей реализована на языке Pascal в среде Delphi 7.0. Входные данные программы задаются при ее запуске после выбора в основном окне программы пункта меню "Данные". Программа позволяет вести расчет отдельно для стеблей различной длины, смещения, угловой дезориентации. Результаты моделирования отображаются в диалоговом окне программы в виде таблицы и графика. На рис.3 показана панель с результатами моделирования количества стеблей в определенном интервале длин. Аналогичные панели отображают результаты моделирования количества стеблей в задаваемом диапазоне смещения по комлям и в задаваемом диапазоне угловой дезориентации. Интерфейс программы разработан таким образом, что расчет выхода длинного волокна можно производить при разных значениях длин стеблей, смещения комлей стеблей, их угловой дезориентации. Результаты расчета отображаются в виде таблицы и графика (рис. 3). На рис. 4 представлена панель с результатами работы программы, где на графике отображены две кривые, показывающие количество стеблей, удержавшихся в зажиме и выпавших из него.

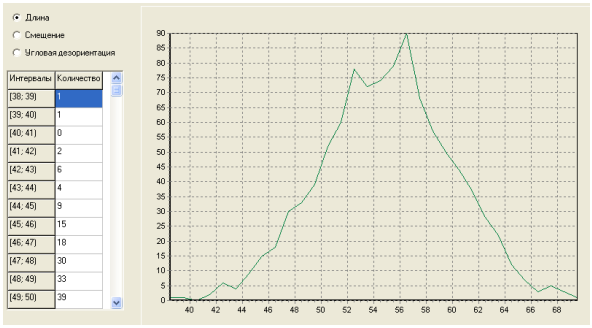


Рис.3

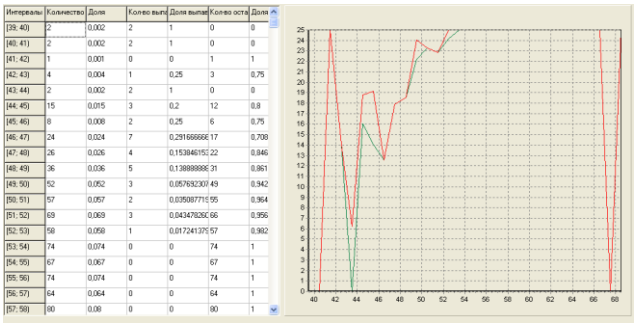


Рис. 4

В Ы В О Д Ы

Разработан алгоритм и программа по расчету эффективности условий зажима стеблей в процессе трепания, которые позволяют проводить расчеты для транспортирующих ремней любого конструктивного исполнения и геометрических параметров стебля.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Коваленко Н.И.* Совершенствование транспортирующего механизма трепальной машины: Дис….канд.техн.наук. – Кострома, 2005.
2. *Коваленко Н.И., Разин С.Н.* Определение силы зажима пряди произвольной длины в транспортирующих ремнях трепальной машины // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – 2006, №13.
3. *Разин С.Н., Гришин А.Г., Коваленко Н.И.* Проверка формулы Эйлера при исследовании взаимодействия гибкой нити с шероховатым цилиндром // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №4С.
4. *Коваленко Н.И., Разин С.Н.* Возможности снижения сил натяжения прядей льна вблизи их зажима при трепании // Вестник ВНИИЛК. – Кострома, 2007, № 3.
5. *Коваленко Н.И.* Анализ конструктивных решений транспортирующих ремней трепальных машин на основе их компьютерного моделирования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №6С.
6. *Коваленко Н.И., Разин С.Н.* Компьютерное моделирование процесса взаимодействия гибкой нити с шероховатой поверхностью. – Деп. в ВИНИТИ.- №432-В2008. – М., 2008.
7. *Коваленко Н.И., Разин С.Н., Балабаев П.С., Соколов А.В.* Экспериментальное определение жесткости транспортирующих ремней трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №4С.
8. *Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В.* Направления исследования и совершенствования расчетов элементов транспортирующего механизма трепальной машины для льна // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – 2009, №21.
9. *Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В.* Моделирование напряженно-деформированного состояния моделей транспортирующих ремней трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №5.
10. *Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В.* Моделирование некоторых параметров нажимного устройства трепальной машины //Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – 2010, №23.
11. *Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В.* Моделирование взаимодействия элементов транспортирующего механизма трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5.
12. *Коваленко Н.И., Разин С.Н., Буров М.С., Коржев В.Н.* Компьютерное моделирование транспортирующих ремней зажимного механизма трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4.
13. *Коваленко Н.И., Разин С.Н., Буров М.С.* Математическое моделирование зажима слоя в транспортирующих ремнях трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №5.
14. *Коваленко Н.И., Разин С.Н., Буров М.С.* Имитационное моделирование слоя стеблей льна при его обработке в трепальной машине //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №6.
15. *Разин С.Н., Коваленко Н.И., Буров М.С.* Моделирование процесса взаимодействия слоя льна с рабочими органами трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1.
16. *Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В.* Влияние расстояния между нажимными роликами на силу зажима слоя в ремнях трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №2.
17. *Коваленко Н.И., Разин С.Н.* Моделирование напряженно-деформированного состояния транспортирующих ремней трепальной машины поляризационно-оптическим методом // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3.

18. *Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В.* Исследование влияния диаметра нажимных роликов на силу зажима слоя в ремнях трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №5.

R E F E R E N C E S

1. Kovalenko N.I. Sovershenstvovanie transportirujushhego mehanizma trepal'noj mashiny: Dis….kand.tehn.nauk. – Kostroma, 2005.

2. Kovalenko N.I., Razin S.N. Opredelenie sily zazhima prjadi proizvol'noj dliny v transportirujushhih remnjah trepal'noj mashiny // Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta. – 2006, №13.

3. Razin S.N., Grishin A.G., Kovalenko N.I. Proverka formuly Jejlera pri issledovanii vzaimodejstvija gibkoj niti s sherohovatym cilindrom // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2006, №4S.

4. Kovalenko N.I., Razin S.N. Vozmozhnosti snizhenija sil natjazhenija prjadej l'na vblizi ih zazhima pri trepanii // Vestnik VNIILK. – Kostroma, 2007, №3.

5. Kovalenko N.I. Analiz konstruktivnyh reshenij transportirujushhih remnej trepal'nyh mashin na osnove ih komp'juternogo modelirovanija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2007, № 6S.

6. Kovalenko N.I., Razin S.N. Komp'juternoe modelirovanie processa vzaimodejstvija gibkoj niti s sherohovatoj poverhnost'ju. – Dep. v VINITI.- №432-V2008. – M., 2008.

7. Kovalenko N.I., Razin S.N., Balabaev P.S., Sokolov A.V. Jeksperimental'noe opredelenie zhestkosti transportirujushhih remnej trepal'noj mashiny // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2009, №4S.

8. Kovalenko N.I., Razin S.N., Sokolov A.V. Napravlenija issledovanija i sovershenstvovanija raschetov jelementov transportirujushhego mehanizma trepal'noj mashiny dlja l'na // Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta. – 2009, №21.

9. Kovalenko N.I., Razin S.N., Sokolov A.V. Modelirovanie naprjazhenno-deformirovannogo sostojanija modelej transportirujushhih remnej trepal'noj mashiny // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2010, №5.

10. Kovalenko N.I., Razin S.N., Sokolov A.V. Modelirovanie nekotoryh parametrov nazhimnogo ustrojstva trepal'noj mashiny //Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta. – 2010, №23.

11. Kovalenko N.I., Razin S.N., Sokolov A.V. Modelirovanie vzaimodejstvija jelementov transportirujushhego mehanizma trepal'noj mashiny // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, №5.

12. Kovalenko N.I., Razin S.N., Burov M.S., Korzhev V.N. Komp'juternoe modelirovanie transportirujushhih remnej zazhimnogo mehanizma trepal'noj mashiny // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №4.

13. Kovalenko N.I., Razin S.N., Burov M.S. Matematicheskoe modelirovanie zazhima sloja v transportirujushhih remnjah trepal'noj mashiny // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №5.

14. Kovalenko N.I., Razin S.N., Burov M.S. Imitacionnoe modelirovanie sloja steblej l'na pri ego obrabotke v trepal'noj mashine //Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №6.

15. Razin S.N., Kovalenko N.I., Burov M.S. Modelirovanie processa vzaimodejstvija sloja l'na s rabochimi organami trepal'noj mashiny // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №1.

16. Kovalenko N.I., Razin S.N., Sokolov A.V. Vlijanie rasstojanija mezhdu nazhimnymi rolikami na silu zazhima sloja v remnjah trepal'noj mashiny // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №2.

17. Kovalenko N.I., Razin S.N. Modelirovanie naprjazhenno-deformirovannogo sostojanija transportirujushhih remnej trepal'noj mashiny poljarizacionno-opticheskim metodom // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №3.

18. Kovalenko N.I., Razin S.N., Sokolov A.V. Issledovanie vlijanija diametra nazhimnyh rolikov na silu zazhima sloja v remnjah trepal'noj mashiny // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №5.

Рекомендована кафедрой информационных технологий. Поступила 30.05.16.

УДК 697.922

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ*

COMPUTER SIMULATION OF THE ACOUSTIC PARAMETERS OF INDUSTRIAL PREMISES OF TEXTILE INDUSTRY

А.И. АНТОНОВ, В.И. ЛЕДЕНЁВ, И.Е. ЦУКЕРНИКОВ, И.Л. ШУБИН
A.I. ANTONOV, V.I. LEDENEV, I.E. TSUKERNIKOV, I.L. SHUBIN

**(Тамбовский государственный технический университет,
Научно-исследовательский институт строительной физики
Российской академии архитектуры и строительных наук)
(Tambov State Technical University,
Research Institute of Building Physics
of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences)**
E-mail: gsiad@mail.tambov.ru

При выборе средств снижения шума в производственных помещениях производится оценка их акустической эффективности путем расчета энергетических характеристик шума до и после применения средств. Для обеспечения точности расчетов необходимо иметь достоверные сведения об акустических характеристиках помещения, а именно средней длине пробега звуковых волн, времени реверберации, среднем коэффициенте звукопоглощения, которые зависят от наличия в производственных помещениях, в том числе текстильной промышленности, рассеивающего звук оборудования. В статье даются принципы компьютерного моделирования акустических параметров в помещениях с оборудованием и анализируется его влияние на звукопоглощения помещения.

When selecting noise reduction tools in industrial premises is assessed their acoustic efficiency by calculating the noise energy characteristics before and after the application of funds. To ensure the accuracy of the calculations necessary to have reliable information about the acoustic characteristics of the premises, namely, the mean free path of the sound waves, the reverberation time, the average sound absorption coefficient, which depends on the presence in the premises, including the textile industry scattering sound equipment. The article contains the principles of computer modeling of acoustic parameters in the equipment and analyze its impact on the absorption of the room.

Ключевые слова: шумовой режим, помещения предприятий текстильной промышленности, акустические параметры шума, время реверберации, пробег звуковых волн.

* Статья подготовлена в рамках выполнения НИР "Разработка методов оценки шумового режима в зданиях и на прилегающих к ним территориях для использования их при мониторинге шумового загрязнения среды и разработке мер по снижению шума в городской застройке" (код проекта 7.882.2014/К) с финансированием из средств Минобрнауки России в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности.

Keywords: noise mode, the premises of the textile industry, the acoustic parameters of noise, reverberation time of sound waves running.

При выборе строительно-акустических мер снижения шума в производственных помещениях предприятий текстильной промышленности и при оценке их акустической эффективности производятся многократные расчеты энергетических параметров шума. Достоверность расчетов определяется степенью учета реальных условий формирования в них отраженных звуковых полей. Известно [1], что параметры отраженного звукового поля зависят от наличия в помещениях технологического оборудования, падая на которое звуковые волны рассеиваются в пространстве помещения. Рассеяние приводит к изменению акустических параметров помещения, а именно средней длины свободного пробега звуковых волн, времени реверберации, среднего коэффициента звукопоглощения [2…4] и соответственно оказывают влияние на распределение звуковой энергии в помещении. Отсутствие учета рассеяния может приводить к погрешностям при оценке эффективности мер снижения шума. Например, выбор и оценка акустической эффективности облицовок производится, как правило, без достаточного учета находящегося в помещениях оборудования [5], [6]. В действительности оборудование кроме поглощения рассеивает звуковую энергию и изменяет тем самым акустические параметры помещения.

Для оценки этих изменений нами разработана необходимая методика. Методика позволяет производить компьютерное моделирование процессов распространения звуковой энергии с учетом параметров помещения, размещения оборудования, звукопоглощающих характеристик ограждений и оборудования.

Компьютерная программа, реализующая методику, построена на основе метода прослеживания лучей. Вся излучаемая источником энергия P равномерно распределяется между N лучами. На каждый луч приходится акустическая мощность P/N. Направления лучей задаются вероятностным образом в соответствии с диаграммой направленности источника. Отражение звука от поверхностей при расчетах принято рассеянным. Предполагается, что отраженная энергия луча распространяется в одном из направлений, определяемом вероятностным образом в соответствии с законом отражения. Прослеживание и учет энергетического вклада каждого из N лучей позволяют определять результирующие энергетические параметры поля. Программа состоит из отдельных независимых модулей, комбинируя которые можно моделировать различные акустические процессы в помещениях. Она позволяет определять длину среднего свободного пробега звуковых лучей, время реверберации, находить средние коэффициенты звукопоглощения помещений при наличии в них оборудования.

При разработке модуля по вычислению средней длины свободного пробега звуковых лучей $\ell_{ср}$ учтено, что в существующих методиках ее определения игнорируется последовательное уменьшение энергии луча за счет ее поглощения при отражениях. В помещении одновременно существуют лучи с большими значениями переносимой энергии, определяющие основной вклад энергии в формирование отраженного поля, и лучи с малым количеством энергии, меньше влияющие на энергетические характеристики поля. Учитывая это, в программе предусмотрена возможность определения средней длины пробега лучей с учетом их реального энергетического состояния.

Методика нахождения $\ell_{ср}$ с учетом энергетического состояния лучей заключается в следующем. Отраженное звуковое поле помещения формируется множеством отрезков лучей ℓ_i, несущих энергию E_i. Так как для каждого отрезка луча имеется свое значение E_i, энергетические характеристики лучей могут выступать весовыми коэффициентами при определении величины средней длины свободного пробега. Для этого весь диапазон возможных длин пробегов лучей разбивается на равное число

отрезков. Распределяя общую энергию поля по соответствующим отрезкам диапазона и проводя нормирование

$$P_{(l_i)} = \ell_i \cdot 100 \sum_n E_i \Big/ \sum_N E_i , \qquad (1)$$

можно получить гистограмму распределения длин свободного пробега с учетом их энергетических весов. Здесь n – число лучей, попадающих в диапазон длин пробегов $\ell_i \pm \Delta \ell_i$; N – общее количество учитываемых лучей. Среднее значение длин свободного пробега находится на основе этого распределения как:

$$\ell_{ср} = 0{,}01 \sum \ell_i P_{(l_i)} . \qquad (2)$$

В модуле по определению времени реверберации осуществляется вычисление энергетических параметров звукового поля после отключения источника шума и времени затухания отраженной энергии на 60 дБ относительно первоначального уровня.

Получаемые сведения о средней длине свободного пробега и времени реверберации дают возможность определять средний коэффициент звукопоглощения помещения, используя известную формулу Эйринга в виде:

$$T_{рас} = 0{,}041 \ell_{ср.рас} / \left(-\ln(1 - \alpha_{ср}^{расч})\right), \qquad (3)$$

где $\ell_{ср.рас}$ – средняя длина свободного пробега лучей в помещении с рассеивателями, определяемая в программе с учетом энергетической значимости лучей; $T_{рас}$ – время реверберации в помещении с рассеивателями, вычисляемое по спаду уровней отраженной звуковой энергии после прекращения действия источника; $\alpha_{ср}^{расч}$ – расчетный средний коэффициент звукопоглощения в помещении с рассеивателями.

Программа используется при оценке влияния технологического оборудования на акустические характеристики производственных помещений. Ниже, в качестве примера, приведены результаты для производственного помещения размерами 36×36×6 м, в котором размещено технологическое оборудование, являющееся в данном случае рассеятелями звука. Расчеты выполняли при размещении в помещении 81 рассеивателя с размерами 1,5×1,5×1,5 м. Расстояние между гранями соседних рассеивателей принималось равным 2,0 м. Рассеиватели равномерно заполняли всю площадь пола. Коэффициенты звукопоглощения стен $\alpha_{ст}$ и пола $\alpha_{пол}$ равны 0,02, а поверхностей рассеивателей $\alpha_{об}$ = 0,05. Коэффициенты звукопоглощения потолка $\alpha_{пот}$ изменялись от 0,02 до 0,90. Отражение звука от поверхностей принималось диффузным и соответствовало закону Ламберта. Источник шума располагался в центре помещения и излучал энергию равномерно в сферу. При моделировании в каждом случае прослеживалось 30000 лучей.

При исследовании влияния рассеивателей на длину среднего свободного пробега выполняли также расчеты длин пробега в пустом помещении по формуле Сэбина

$$\ell_{ср.с} = 4V/S \qquad (4)$$

и расчеты длин пробега $\ell_{ср.эн}$ в пустом помещении с использованием методики, учитывающей энергетическую значимость лучей. В формуле (4) V и S – объем и площадь поверхностей помещения.

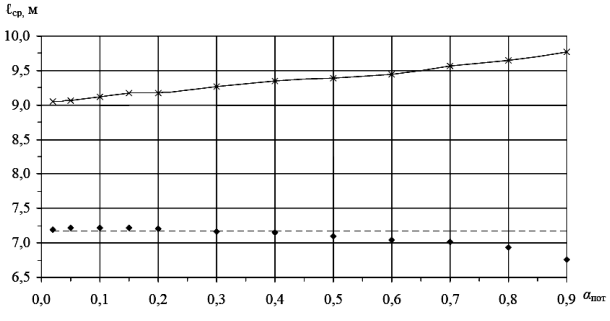


Рис. 1

Графики изменения средних длин свободного пробега в плоском помещении в зависимости от звукопоглощения потолка приведены на рис. 1: –×– – результаты компьютерного моделирования в пустом помещении ($\ell_{ср.эн}$); —— – расчеты в пустом

помещении по формуле (4) ($\ell_{ср.с}$); ♦ ♦ – то же в помещении с рассеивателями ($\ell_{ср.рас}$); – – – – расчеты в помещении с рассеивателями по формуле (5) ($\ell_{ср.с.р}$)). Видно, что в пустом помещении при увеличении $\alpha_{пот}$ наблюдается рост длины $\ell_{ср.эн}$. Это связано с вырождением косых лучей, более часто падающих на поверхность потолка, и с увеличением энергетической значимости касательных и осевых лучей, не попадающих на звукопоглощающую поверхность потолка. В то же время рассеиватели резко уменьшают длину пробега $\ell_{ср.рас}$. При этом $\ell_{ср.рас}$ мало зависит от звукопоглощения потолка $\alpha_{пот}$. Это связано с тем, что основную энергию несут лучи, распространяющиеся в пределах пространства с рассеивателями. Установлено, что при коэффициентах $\alpha_{пот} \le 0{,}50$ хорошо согласующиеся с $\ell_{ср.рас}$ результаты дает измененная формула (5), учитывающая наличие рассеивателей:

$$\ell_{ср.с.р} = 4\left(V - V_{рас}\right)/\left(S + S_{рас}\right), \qquad (5)$$

где $V_{рас}$, $S_{рас}$ – суммарные объем и площадь размещенных в помещении рассеивателей.

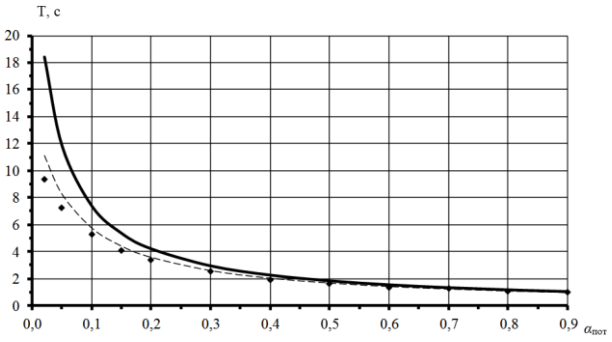


Рис. 2

Результаты исследования времени реверберации приведены на рис. 2 (изменение времени реверберации в плоском помещении в зависимости от звукопоглощения потолка: ♦ ♦ – результаты компьютерного моделирования ($T_{рас}$); – – – – расчеты по формуле (7) ($T_{рас.э}$); —— – расчеты по формуле (6) ($T_э$)). Даны результаты расчетов $T_{рас}$ методом прослеживания лучей, а также расчетов по формуле Эйринга с использованием средних длин пробега, определяемых по формулам (3) и (4):

$$T_э = 0{,}041\ell_{ср.с}/\left(-\ln(\ell - \alpha_{ср})\right), \qquad (6)$$

$$T_{рас.э} = 0{,}041\ell_{ср.с.р}/\left(-\ln(\ell - \alpha_{ср})\right). \qquad (7)$$

Как видно, в формуле (7) учитываются изменения средней длины свободного пробега лучей из-за наличия рассеивателей, а в формуле (6) эти изменения не учтены. В формулах (6) и (7) средние коэффициенты звукопоглощения помещения $\alpha_{ср}$ определяются как:

$$\alpha_{ср} = \left(\sum_i \alpha_i S_i + \alpha_{об} S_{об}\right)/S_{общ}, \qquad (8)$$

где α_i, S_i – коэффициент звукопоглощения и площадь i-й поверхности ограждения; $\alpha_{об}$, $S_{об}$ – коэффициенты звукопоглощения и общая площадь поверхностей рассеивателей; $S_{общ}$ – общая площадь поверхностей ограждения и рассеивателей.

Видно, что расчеты по формуле (7) согласуются с результатами компьютерного моделирования. В то же время результаты расчетов по формуле (6), которая обычно используется в практике, существенно отличаются от результатов моделирования в помещениях без звукопоглощающей облицовки ($\alpha_{пот} \le 0{,}20$). В помещениях с заглушенным потолком расчеты по формулам (6) и (7) и данные моделирования практически совпадают.

Расхождения расчетов по формуле (6) и моделирования указывают на практически важное обстоятельство, связанное с оценкой звукопоглощения оборудования, размещаемого в помещении. Считается, что фактическое звукопоглощение оборудования в целом значительно выше, чем звукопоглощение отдельных поверхностей этого оборудования [1]. Такие выводы основываются на результатах расчетов среднего коэффициента звукопоглощения помещения с использованием времени реверберации $T_{изм}$, получаемой экспериментально. В этом случае средний коэффициент $\alpha_{ср}^{изм}$

определяется по формуле Эйринга, записываемой в виде:

$$T_{изм} = 0{,}041\ell_{ср.с}/\left(-\ln(1-\alpha_{ср}^{изм})\right). \qquad (9)$$

Так как $\ell_{ср.с}$ значительно больше, чем $\ell_{ср.рас}$ (рис. 1), значения $\alpha_{ср}^{изм}$, получаемые из формулы (9), могут превышать величины $\alpha_{ср}$, определяемые по формуле (8). Подставляя в формулу (8) вместо $\alpha_{ср}$ значение $\alpha_{ср}^{изм}$, можно получить значение $\alpha'_{об}$, учитывающее кроме собственного звукопоглощения поверхностей рассеивателей кажущееся дополнительное звукопоглощение, вызванное неучетом в формуле (9) уменьшения средней длины пробега за счет наличия в помещении рассеивателей.

На рис. 3 (изменение коэффициента звукопоглощения рассеивателей ($\alpha'_{об}$) в зависимости от звукопоглощения потолка ($\alpha_{пот}$)) приведены значения $\alpha'_{об}$, полученные для рассматриваемого помещения.

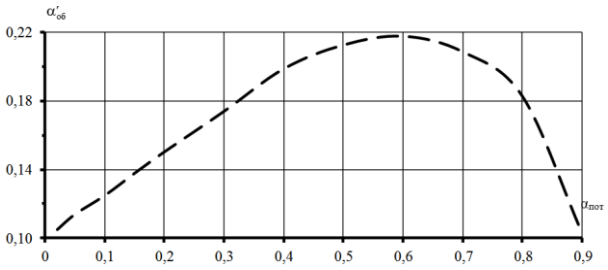


Рис. 3

Видно, что величины $\alpha'_{об}$ значительно превышают использованные при расчетах фактические значения $\alpha_{об} = 0{,}05$. В то же время они согласуются с приведенными в [1] данными, полученными экспериментально для технологического оборудования, размещаемого в производственных помещения.

ВЫВОДЫ

1. Получены результаты исследований изменений акустических параметров помещений при расположении в них рассеивателей, которые дают основание считать, что компьютерное моделирование процессов формирования отраженного поля на основе метода прослеживания лучей является эффективным средством анализа шумовой обстановки в реальных производственных помещениях.

2. Установлено, что моделирование позволяет более объективно определять интегральные акустические характеристики производственных помещений, учитывая влияние на них параметров помещений, характеристик рассеивающего звук оборудования и других, значимых для оценки распределения звуковой энергии факторов среды в производственных помещениях предприятий текстильной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Осипов Г.Л., Юдин Е.Я., Хюбнер Г. и др.* Снижение шума в зданиях и жилых районах / Под ред. Г. Л. Осипова, Е. Я. Юдина. – М.: Стройиздат, 1987.

2. *Антонов А.И., Леденёв В.И., Макаров А.М.* Исследования длины среднего свободного пробега звуковых лучей в производственных помещениях с оборудованием // Вестник ТГАСУ. – Томск, 2007, №4. С.115…121.

3. *Езерский В.А., Макаров А.М.* Анализ времени реверберации производственных помещений с рассеивающими звук предметами // Вестник ВГАСУ. – Воронеж, 2008, №2 (10). С.102…108.

4. *Демин О.Б., Леденёв В.И., Матвеева И.В., Макаров А.М.* Экспериментальные исследования влияния рассеивателей звука на распределение звуковой энергии в помещениях // Шестая Междунар. научн.-практ. конф.: Проблемы и перспективы развития жилищно - коммунального комплекса города: 1-4 апреля 2008. – М., 2008. Т.2. С.47….50.

5. *Sazhin B.S., Kochetov O.S., Nikonov S.A.* Calculating noise reduction in the mill using sound absorption // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, №4. С.123…128.

6. *Sazhin B.S., Kochetov O.S., Zubov P.O.* Method calculating noise reduction BV_1 Sound absorption in textile production // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №6. С.79…84.

REFERENCES

1. Osipov G.L., Judin E.Ja., Hjubner G. i dr. Snizhenie shuma v zdanijah i zhilyh rajonah / Pod red. G. L. Osipova, E. Ja. Judina. – M.: Strojizdat, 1987.

2. Antonov A.I., Ledenev V.I., Makarov A.M. Issledovanija dliny srednego svobodnogo probega zvukovyh luchej v proizvodstvennyh pomeshhenijah s

oborudovaniem // Vestnik TGASU. – Tomsk, 2007, №4. S.115…121.

3. Ezerskij V.A., Makarov A.M. Analiz vremeni reverberacii proizvodstvennyh pomeshhenij s rasseivajushhimi zvuk predmetami // Vestnik VGASU. – Voronezh, 2008, №2 (10). S.102…108.

4. Demin O.B., Ledenev V.I., Matveeva I.V., Makarov A.M. Jeksperimental'nye issledovanija vlijanija rasseivatelej zvuka na raspredelenie zvukovoj jenergii v pomeshhenijah // Shestaja Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.: Problemy i perspektivy razvitija zhilishhno - kommunal'nogo kompleksa goroda: 1-4 aprelja 2008. – M., 2008. T.2. S.47….50.

5. Sazhin B.S., Kochetov O.S., Nikonov S.A. Calculating noise reduction in the mill using sound absorption // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1999, №4. S.123…128.

6. Sazhin B.S., Kochetov O.S., Zubov P.O. Method calculating noise reduction BV_1 Sound absorption in textile production // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2000, №6. S.79…84.

Рекомендована Ученым советом НИИСФ РААСН. Поступила 15.05.16.

УДК 687.1:391.4

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПРОГРАММЫ В ПРОЦЕССЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ

DEVELOPMENT OF AUTOMATED PROGRAM IN THE PROCESS OF MANUFACTURING PRODUCTS

К.Ж. КУЧАРБАЕВА, П.Б. АБДИМАНАПОВА, З.Д. МОЛДАГАЖИЕВА
K.ZH. KUCHARBAEVA, P.B. ABDIMANAPOVA , Z.D. MOLDAGAZHIEVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)
(Almaty Technological University, Rebublic of Kazakhstan)
E-mail: kaldigul.kuzarbaewa@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы разработки автоматизированной программы в процессе изготовления изделий для малых швейных предприятий. Разработанная программа "АРМ - Мастер" в автоматизированном режиме составляет технологическую последовательность обработки выбранной модели, осуществляет выбор технологических неделимых операций по специальности и разряду, производит автоматический расчет затрат времени на изделие, создание и ведение справочника оборудования, печать технической документации.

The article discusses the issues, the development of information technology in the process of manufacturing products for small garment factories. The developed program "Automated work place - Master" in the automated mode is a technological processing sequence of the chosen model, selects technological indivisible operations on specialty and category, produce automatically calculated time for product creation and maintenance directory of the equipment, print technical documentation.

Ключевые слова: информационная система, база данных, автоматизированная программа, технологическая неделимая операция, последовательность обработки изделий.

Keywords: information system, database, an automated program, technological indivisible operation, the sequence of processing products.

Система автоматизированного проектирования технологии швейных изделий, как составная часть единой информационной среды малых швейных предприятий, поддерживает связь с другими прикладными системами, позволяет использовать информацию в виде графических файлов и текстовых документов [1]. Данная система предназначена только для автоматизации работы технолога, а также мастера швейных участков.

Для разработки программы использован объектно-ориентированный язык программирования. Инструментальным средством при создании программного обеспечения "АРМ-Мастер" является среда визуального программирования Borland Delphi 7, позволяющая создавать самые различные программы: от простейших однооконных приложений до программ управления распределенными базами. Его особенностью является простота в описанных операциях, в него встроены средства работы с базами данных. База данных (БД) является одним из видов представления описаний объектов и технологического процесса изготовления швейных изделий. В качестве инструмента создания БД программы "АРМ-Мастер" использована система управления базой данных СУБД – Borland Database Engine (BDE), которая позволяет: записывать, хранить, находить, редактировать и считывать данные; обеспечить модификацию БД и контроль достоверности вводимых данных [2].

Необходимость создания базы данных на малых швейных предприятиях диктуется частой сменой ассортимента, к этому же вынуждает частая смена материалов, применяемых для изготовления швейных изделий. При этом малые предприятия не в состоянии создавать собственные базы данных, так как это требует не только времени, но и немалых денежных средств [3]. В этом случае проблему решает разработанная база данных программы "АРМ-Мастер", ориентированная на технологические процессы изготовления швейных изделий.

Основные модули БД программы "АРМ-Мастер" представляют собой входную информацию, которая заложена при разработке программы. Предлагаемая база данных отличается от традиционных БД тем, что в ней используется разработанная исходная модель технологического процесса изготовления швейных изделий. Следует отметить, что разработанная программа "АРМ-Мастер" адаптирована для малых предприятий по выпуску швейных изделий различного ассортимента. База данных, которая лежит в основе предлагаемой автоматизированной программы включает совокупность технологически неделимых операций (ТНО). В базу данных разработанной программы "АРМ-Мастер" входят: справочные материалы, технические документы, технологическая последовательность обработки женских жакетов, виды оборудования и приспособления, виды методов обработки деталей и узлов изделий.

Важным требованием к информационным системам является наличие средств для простой и наглядной работы с базами данных. Для организации удобной работы с данными на экране, ввода или отображения информации предназначены основные компоненты. На них можно задать наиболее рациональное расположение полей данных и их размеры, поместить необходимые заголовки и пояснения, выбрать стиль оформления, расположить элементы управления. В результате было разработано пять основных форм компонентов: "Разработка ТПО", "Справочник операций", "Справочник оборудования", "Справка" и форма стартового окна, где располагаются функции меню. Все действия на формах осуществляются с помощью написанного кода на языке программирования Delphi 7.

Формирование технологической последовательности обработки является неотъ-

емлемой частью проектирования технологических процессов изготовления швейных изделий. В разработанной программе "АРМ-Мастер" существуют две подсистемы по формированию технологической последовательности обработки (ТПО) из неделимых операций. Для составления технологической последовательности обработки изделия используются технологические неделимые операции, они сгруппированы в методы обработки деталей и узлов, а каждая обработка, в свою очередь, привязывается к группе деталей. Таким образом, обеспечена возможность заимствования ранее введенной информации, что ускоряет составление новых ТНО. Составление ТПО из неделимых операций возможно:

– с помощью выбора методов обработки деталей и узлов на однотипное изделие;

– последовательного набора ТПО с возможностью одновременного пополнения БД технологических операций.

Результатом использования любого из этих способов является автоматическое формирование и этапы составления ТПО:

- пополнение БД (оборудования и технологической последовательности обработки изделий);

- выбор модели изделия по виду обработки из БД;

- выбор методов обработки и оборудования в базе данных;

- вывод технологической последовательности обработки.

Совершенствование процесса формирования технологической последовательности изготовления швейных изделий происходит за счет разработки системы автоматизации технологических процессов производства одежды.

Для начала работы с программой "АРМ - Мастер" выберите команду "Разработка ТПО". При нажатии этой функции на экране появится главная форма программы, представленная на рис. 1, на котором расположены функциональные команды технологической последовательности обработки изделий. Функциональные кнопки предназначены для выполнения пользователем определенных действий.

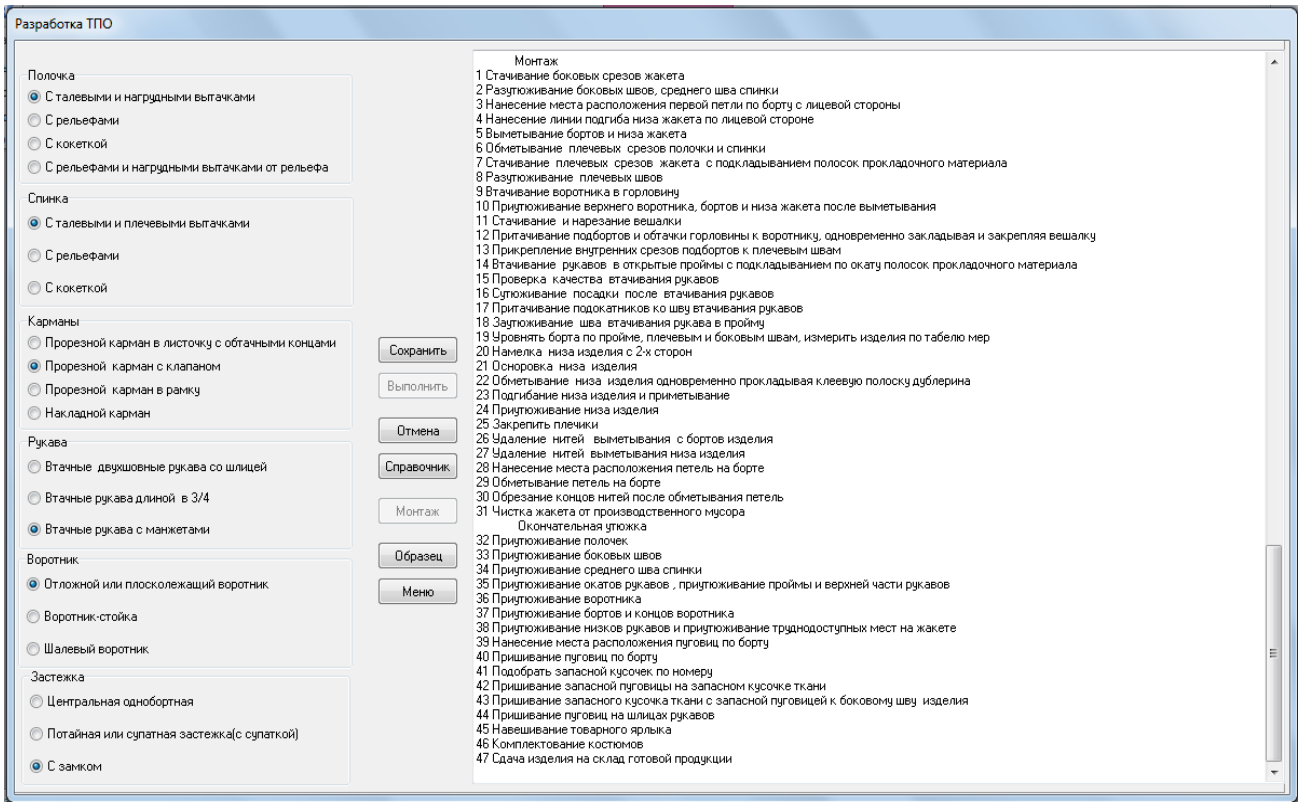


Рис. 1

В зависимости от выполняемых функций команды могут быть либо доступны для применения (активны), либо недоступны для применения (не активны). Если функция программы активна, то она высвечивается на форме цветом. Если функция программы не активна для использования, надпись на ней выделена серым цветом.

В данной форме "Разработка ТПО" предоставлена возможность выбора деталей жакета по моделям. После выборки деталей при нажатии кнопки "Выполнить", справа автоматически появляется технологическая последовательность обработки выбранной модели женского жакета. Таким образом, на рабочем экране воспроизводится изделие, отвечающее заданным производственным требованиям. В программе "АРМ-Мастер" предоставлена возможность выбора деталей жакета по моделям с автоматическим составлением технологической неделимой операции выбранной модели жакета.

Кнопка "Сохранить" предназначена для сохранения и печати в Word технологической последовательности выбранной модели изделий. Отчеты – это объекты, представляющие информацию из базы данных в виде печатного документа.

Чтобы сократить затраты на подготовку исходной информации, разработаны БД-справочники:

- справочник оборудования;
- справочник технологических неделимых операций, в котором собираются сведения о различных методах обработки, а также дается информация по каждой неделимой операции.

При выборе кнопки "Справочник" на экране появляется форма, которая содержит список выполняемых операций выбранной модели жакета. При нажатии каждой операции предоставляется информация в виде специальности, разряда, применяемого оборудования и времени, затрачиваемого на данную операцию. Справочник технологических неделимых операций в программе "АРМ-Мастер"показан на рис. 2.

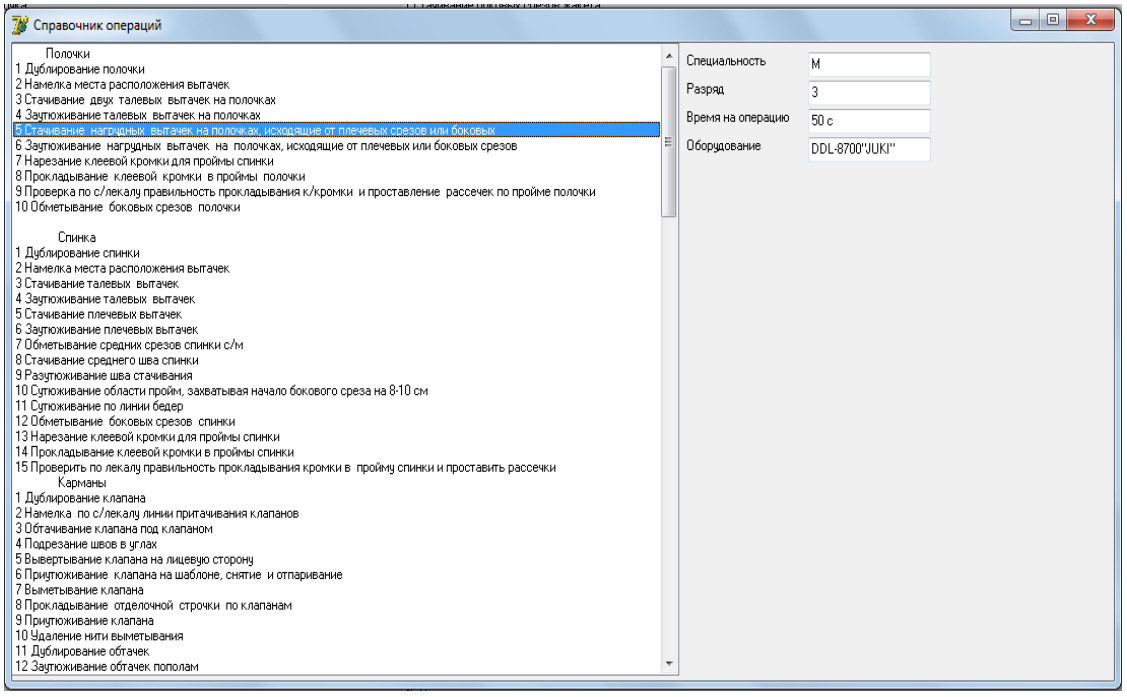


Рис. 2

Справочник оборудования открыт для изменения и постоянного пополнения в ходе работы. Он содержит базу данных о технологическом оборудовании: класс оборудования, фирма-производитель, назначение оборудования, тип стежка, ча-

стота вращения главного вала, длина стежков, механизм перемещения материалов, иглы, нитки, материалы, толщина сшиваемых материалов. Данная форма команды позволяет просматривать и редактировать информацию о параметрах швейного оборудования, вводить в справочник новые классы машин, удалять информацию.

ВЫВОДЫ

Программа "АРМ-Мастер" в автоматизированном режиме составляет технологическую последовательность обработки швейных изделий по выбранным методам, а также сохраняет базы данных и выводит на печать технические документы. Использование автоматизированной программы на малых предприятиях сокращает затраты времени разработки ТПО, снижает трудоемкость на изготовление швейного изделия, повышает производительность труда, а также повышает качество швейных изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Оболенская Г.Д., Андреева Е.Г., Борисов Е.А.* Автоматизированное проектирование технологии изготовления швейных изделий в "Eleandr CAPP" // Швейная промышленность. – 2003, № 1. С.34.

2. *Хоменко А.Д., Гофман В.Э.* Работа с базами данных в Delphi. – СПб: БхВ -Петербург, 2005.

3. *Титов В.А., Евгеньева А.М.* Структура базы данных для технологических процессов швейного цеха сервисного предприятия // Технико-технологические проблемы сервиса. – 2009, №10. Т. 1. С. 23…31.

REFERENCES

1. Obolenskaja G.D., Andreeva E.G., Borisov E.A. Avtomatizirovannoe proektirovanie tehnologii izgotovlenija shvejnyh izdelij v "Eleandr CAPP" // Shvejnaja promyshlennost'. – 2003, № 1. S.34.

2. Homenko A.D., Gofman V.Je. Rabota s bazami dannyh v Delphi. – SPb: BhV -Peterburg, 2005.

3. Titov V.A., Evgen'eva A.M. Struktura bazy dannyh dlja tehnologicheskih processov shvejnogo ceha servisnogo predprijatija // Tehniko-tehnologicheskie problemy servisa. – 2009, №10. T. 1. S. 23…31.

Рекомендована кафедрой технологии, конструирования изделий и товаров. Поступила 23.06.16.

УДК 004:677

О РОЛИ И МЕСТЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СРЕДСТВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

THE ROLE AND PLACE OF INTELLECTUAL COMPUTER FLOWS IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Т.К. КУЛАЖАНОВ, В.З. КРУЧЕНЕЦКИЙ, С.Е. СИБАНБАЕВА, С.В. ВЯЗИГИН, Ж.К. СЕРИКУЛОВА
T.K. KULAZHANOV, V.Z. KRUCHENETSKY, S.E. SIBANBAEVA, S.V. VYAZIGIN, ZH.K. SERIKULOVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)
E-mail: wismas @ mail.ru, kruchen_37@ mail.ru, sauletta@mail.ru, shuldyz_serikulova@inbox.ru

В статье изложены вопросы инновационного использования интеллектуальных компьютерных средств в образовательном процессе. На примере "умной" инструментальной среды по определению цветовых характеристик текстильных и других материалов рассмотрены их технологии, особенности, преимущества при проведении занятий.

The problems of the innovative use of intelligent computer tools in the educational process. For example, a "smart" tool environment to determine the characteristics of the color of textiles and other materials considered their technology, features, advantages in conducting activities .

Ключевые слова: интеллектуальная, "умная" среда, измерение, образование, цветовые характеристики.

Keywords: intelligent, smart media, measurement, education, color characteristics

Известно, что инновации в системе обучения направлены на использование более современных, эффективных методов и способов организации образовательных процессов. В этом плане необходимость разработки, внедрения и использования интеллектуальных технических средств обучения в том числе аппаратно-программных, как одних из наиболее эффективных в составе информационно-коммуникационных технологий, не вызывает сомнения. В данном вопросе повсеместно достигнуты высокие достижения и накоплен, достаточно большой опыт [1].

Направления использования компьютерных средств обучения отличаются разнообразием – это универсальные и специальные пакеты прикладных программ, средства символьной математики, мультимедиа, деловые игры, диалоговые обучающие системы, виртуальные электронные лаборатории, тестовый контроль знаний и др. Такие средства позволяют значительно повысить эффективность и качество процесса обучения, привить и развить навыки самостоятельного мышления студентов и их согласованного действия в решении различных задач по выбранной специальности.

В числе инноваций в обучении одной из хорошо зарекомендовавших форм проведения занятий являются виртуальные лабораторные и практические работы [1], [2]. Виртуализация указанных работ способствует формированию у обучающихся основных компетенций, знаний, умений и навыков. Это особенно важно для освоения специальных дисциплин, спецкурсов, занятий, связанных с изучением, использованием дорогостоящих технических и программных средств, при дистанционном обучении, в послевузовском образовании. Что касается инструментария для проведения виртуальных работ, то наибольшую известность получили такие известные программные продукты схемотехнического моделирования, как Pspice, Design Lab, MicroCap, Electronics Workbench, Simulink, VisSim, специализированные пакеты расширения к Matlab, Mathcad (Toolbox Blockset). Из них наиболее широкое распространение нашли виртуальные электронные лаборатории Electronics Workbench и VisSim, практикум по электронике и микропроцессорной технике LabVIEW. Выполнение виртуальных работ с применением компьютеров является удобным и доступным инструментом для проведения учебных занятий, экспериментальных исследований электрических и электронных схем и стало неотъемлемым в проведении практических занятий по многим дисциплинам.

Значительный интерес представляет открывшееся в информатике научное направление – компьютерная алгебра. Технической основой компьютерной алгебры являются универсальные программные средства. Среди них большое распространение получили системы Mathematica, Maple, StatGraphics, Derive, Matlab и Mathcad, надстройка PHStat2 к электронному процессору Microsoft Excel и др. Одной из важнейших характеристик указанных систем является их интеллектуальность, позволяющая получить решение задачи в аналитическом виде. По многим дисциплинам, например, "Надежность и отказоустойчивость", "Системотехника", студенты сталкиваются с необходимостью

решения алгебраических, дифференциальных уравнений высокого порядка, что требует использования символьных вычислений. Система Derive, вероятно, является одной из наиболее интеллектуальных из известных программных продуктов символьной математики. Ее интеллектуальность проявляется в большом количестве символьных вычислений, множестве функций, простоте и ясности диалога с пользователем, наличии отличной визуализации, системы помощи, высокой надежности и производительности, большом числе примеров [1], [2].

Приведенные примеры, являющиеся лишь частью практического использования компьютерных средств обучения, оказались весьма эффективными и вызывают необходимость дальнейшего расширения в учебном процессе, научно-исследовательских работах, подготовке и повышении квалификации преподавательского состава, руководителей и специалистов. Однако при всех достоинствах виртуальных лабораторных и практических работ нельзя не отметить присущие им ограничения, например, связанные с их информативностью. Действительно, подавляющая часть инструментария виртуальных технологий использует аналоговые, математические модели представления реальных исследуемых процессов. Однако из всех органов человеческих чувств самым информативным является зрение. Поэтому в образовательном процессе целесообразно наряду с наглядными пособиями, макетами, использовать реальные элементы, приборы, устройства. Так, по большинству технических специальностей, например, связанных с информационными технологиями, в рамках освоения многих дисциплин, приборов, устройств, их параметров, характеристик, конструктивно-технологических и др. особенностей. Естественно, что для реального представления, визуализации виртуальные работы, даже при активном использовании флэш-технологий, не смогут полностью заменить их в оригинале. Исключить или уменьшить это ограничение в большей мере способны "умные" среды, "умные" системы.

Интеллектуальные, иначе, "умные" среды, "умные" системы, являющиеся, в целом продуктом информационно-коммуникационных, а в обучении – семантических технологий, занимают важное место; им принадлежит особая роль и, несомненно, большое будущее [3].

"Умная" среда, система является источником и средством получения и передачи данных. Известны различные определения "умных" сред, систем. Но общим для всех этих понятий является взаимодействие сенсорных технологий и вычислительных устройств. *"Умная" среда* включает в себя, как минимум, две основные части: *сенсоры и контроллеры*. Сенсоры (датчики) необходимы для восприятия параметров, характеристик исследуемого объекта, среды или процесса; они связываются с контроллером. Сенсор, одновременно – это первичный преобразователь, элемент измерительного, регулирующего или управляющего устройства, системы, преобразующей контролируемую величину в удобный для использования сигнал. Сенсоры обеспечивают сбор информации. Классификация сенсоров отличается разнообразием, но чаще всего используется по типу измеряемых параметров, явлений, Различают механические, акустические, электрические, электромагнитные, физико-химические, оптические и другие сенсоры. Поскольку на входе сенсора действует, как правило, физическая величина контролируемого параметра, а на выходе необходим сигнал, пригодный для компьютерной обработки такой информации, то подавляющая часть сенсоров может быть представлена не физической, а аналоговой моделью. Так, например, измеряемый объем жидкости легко преобразуется в аналог и представляется электрической величиной (тока или напряжения). В свою очередь,

аналоговые модели нетрудно описать математически, поэтому с использованием сенсоров связаны их математические, в частности, имитационные модели. Применение сенсоров наиболее актуально, когда они являются интеллектуальными, то есть позволяющими за счет микроконтроллеров осуществлять сложную обработку информации, применять различные режимы работы, активно воздействовать на объект наблюдения [3], [5].

Второй, неотъемлемой частью "умной" среды являются контроллеры. Напомним, что контроллер – это устройство управления или управляющее устройство сопряжения; он связывает периферийное оборудование или каналы связи с центральным процессором, освобождая процессор от непосредственного управления функционированием данного оборудования, выполняет интерпретацию команд процессора для отдельных устройств. В современных условиях чаще всего используются микроконтроллеры. Микроконтроллеры, являясь производными микропроцессоров, как и последние, широко распространяются и стали неотъемлемым элементом современного общества, основанного на электронике и коммуникациях. Микроконтроллер и по классификации, и фактически является встроенным компьютером, выполняя функции управления устройствами и организации их пользовательского интерфейса. Масштаб, диапазон использования микроконтроллеров весьма широк. Они присутствуют практически в каждом доме: в стиральных машинах, телевизорах, телефонах, микроволновых печах и других устройствах. "Умная" система в отличие от "умной" среды всегда имеет помимо сенсоров и микроконтроллера еще и третью часть – актуатор, который является исполнительным устройством. Например, если параметр, поступивший с сенсора и обработанный программно, отличается от заданного, то по уставке – разнице, вычисленной между ними, воздействует с помощью актуатора на контролируемый объект или процесс, приводя его в необходимый режим работы. То есть актуатор является в системе элементом обратной связи. С его помощью совершаются действия над объектами, их свойствами, обеспечивается выработанное решение на немедленное реагирование, следующего за событием, в том числе с возможной оптимизацией работы всей системы. Большинство технологий "умных" сред, "умных" систем находится на стадии своего развития.

Авторами созданы и широко используются ряд "умных" сред в различных приложениях. В рамках данной публикации ограничимся результатами использования "умной" среды на примере изучения на практических и лабораторных занятиях одного из технологических процессов – измерения цветовых характеристик материалов. Данная "умная" среда, подобно изложенной в [5], является многофункциональной, ибо активно использует коммуникационные технологии, включая уровни-слои: физический, программный, сетевой. В приложении к изучаемым вопросам она носит междисциплинарный характер. С ее помощью можно изучать вопросы разложения, синтеза света по большому числу специальных дисциплин, в которых рассматриваются аппаратные средства вычислительной техники, программного обеспечения и, естественно, связанных с определением цветовых характеристик материалов, изучаемых различными специалистами текстильной, легкой промышленности. Выходная форма представления измеренных цветовых характеристик различных текстильных материалов с помощью указанной интеллектуальной среды показана на рис. 1.

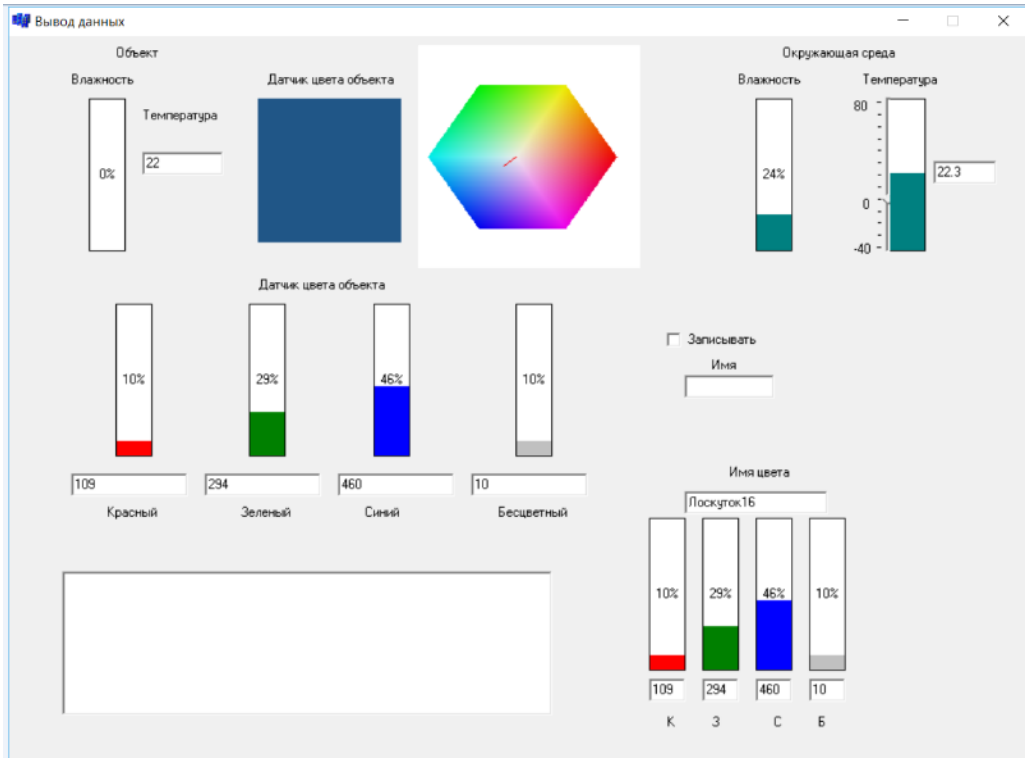


Рис. 1

Рассматриваемая система отражает практическое большинство изучаемых вопросов по всем разделам указанной дисциплины, например, касающихся микропроцессорной техники, программирования, сенсорных алгоритмов, робототехники др.

"Умная" среда представляет собой электронную среду, способную получать и использовать информацию об окружающей реальности. Следует отметить, что при ее разработке и реализации наибольшую сложность представили не только вопросы, касающиеся аппаратных средств, но и алгоритмизации и программирования.

Последние потребовали разработки уникальной, достаточно непростой программы. В этом плане занятия с ее помощью по рассмотрению алгоритмов и технике программирования, включая контроллеры, разработки прикладных программ, имеют большое, самостоятельное значение.

ВЫВОДЫ

Рассмотренная "умная" среда является многофункциональной. При неизменной аппаратной части ее можно использовать для проведения различных видов практических занятий, иллюстрации лекций по многим учебным дисциплинам. Что касается проведения занятий, по сравнению с традиционным использованием приборов для оценки цветовых характеристик материалов, то очевидны преимущества данной "умной" среды – простота, наглядность, удобство, надежность, значительно меньшие материальные и временные затраты. Проведение занятий с использованием описанной "умной" среды хорошо вписывается в концепцию виртуализации в образовательном процессе.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Крученецкий В.З.* К использованию компьютерных средств обучения // Мат. XXXVIII Междунар. научн.-метод. конф.: Казахский национальный университет им. Аль-Фараби и образовательная стратегия нового Казахстана. Книга II. – Алматы, "Казак университеті", 2008. С. 13…15.

2. *Крученецкий В.З., Калабина А.А., Сахова К.А.* К подходам в реализации обучающих комплексов и систем, как элементов инновационных технологий // Мат. Междунар. научн.-практ. конф.: Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности, индустрии гостеприимства, посвященной 55-летию Алматинского технологического университета, 12-13 октября. – 2012. С. 572…574.

3. *Вязигин С.В., Крученецкий В.З., Крученецкий В.В.* К использованию "умной" среды в обучении //

Мат. Республ. научн.-практ. конф. молодых ученых: Наука, образование, молодежь. – Алматы, 16-17 апреля 2015. С.185…187

4. *Крученецкий В.З., Серикулова Ж.К., Вязигин С.В., Крученецкий В.В.* К созданию виртуальных компьютерных классов, виртуализации обучения // Вестник АТУ. – Алматы, 2015, выпуск 2. С.37…43.

5. *Жилисбаева Р.О., Крученецкий В.З., Кизатова М.Ж., Танкибаева М.Х., Таласпаева А.А., Вязигин С.В.* К оценке температурных характеристик пододежного пространства с использованием интеллектуальной среды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №3. С.26…29.

R E F E R E N C E S

1. Krucheneckij V.Z. K ispol'zovaniju komp'juternyh sredstv obuchenija // Mat. HHHVIII Mezhdunar. nauchn.-metod. konf.: Kazahskij nacional'nyj universitet im. Al'-Farabi i obrazovatel'naja strategija novogo Kazahstana. Kniga II. – Almaty, "Kazak universiteti", 2008. S. 13…15.

2. Krucheneckij V.Z., Kalabina A.A., Sahova K.A. K podhodam v realizacii obuchajushhih kompleksov i sistem, kak jelementov innovacionnyh tehnologij // Mat. Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.: Innovacionnoe razvitie pishhevoj, legkoj promyshlennosti, industrii gostepriimstva, posvjashhennoj 55-letiju Almatinskogo tehnologicheskogo universiteta, 12-13 oktjabrja. – 2012. S. 572…574.

3. Vjazigin S.V., Krucheneckij V.Z., Krucheneckij V.V. K ispol'zovaniju "umnoj" sredy v obuchenii // Mat. Respubl. nauchn.-prakt. konf. molodyh uchenyh: Nauka, obrazovanie, molodezh'. – Almaty, 16-17 aprelja 2015. S.185…187.

4. Krucheneckij V.Z., Serikulova Zh.K., Vjazigin S.V., Krucheneckij V.V. K sozdaniju virtual'nyh komp'juternyh klassov, virtualizacii obuchenija // Vestnik ATU. – Almaty, 2015, vypusk 2. S.37…43.

5. Zhilisbaeva R.O., Krucheneckij V.Z., Kizatova M.Zh., Tankibaeva M.H., Talaspaeva A.A., Vjazigin S.V. K ocenke temperaturnyh harakteristik pododezhnogo prostranstva s ispol'zovaniem intellektual'noj sredy // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №3. S.26…29.

Рекомендована кафедрой информационных технологий. Поступила 03.02.16.

УДК 378.1:4

УПРАВЛЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ ВЫПУСКНИКА В РОССИЙСКОМ И АМЕРИКАНСКОМ ВУЗЕ

THE MANAGEMENT OF PROFESSIONAL COMPETENCIES OF GRADUATES IN RUSSIAN AND AMERICAN UNIVERSITIES

Г.А. БАЛЫХИН, Т.М. БАЛЫХИНА, С.Г. ДЕМБИЦКИЙ, А.Э. СВИРИДОВА
G.A.BALYKHIN, T.M.BALYKHINA, S.G. DEMBITSKIY, A.E. SVIRIDOVA

(Государственная Дума РФ,
Российский университет дружбы народов,
Московский государственный университет дизайна и технологии)
(The State Duma of Russian Federation,
Russian Friendship People University,
Moscow State University of Design and Technology)
E-mail: skif13717@yandex.ru

Основные качества образования должны находиться в основе построения целостной системы университетской подготовки, обязательные составляющие которой: фундаментальность и глубина; интеллектуальность и практическая направленность; адекватность образования потребностям и задачам культуры, науки, техники; международный характер, предполагающий органичное сочетание в содержании образования лучших традиций, с подходами и принципами, утвердившимися в мировой практике; личностно- и профессионально-ориентированный характер.

The key aspects of the quality of education should be the basis for the construction of an integrated university training system, which requires such crucial components as solidity and thoroughness; intellectual and practical orientation; conformity of the proposed educational programs to the requirements of modern economic and cultural problems of science, engineering and technology; international nature, involving an organic combination of the best traditions in the educational content , approaches and principles-established in the world; personal-and professional-oriented nature.

Ключевые слова: управление проблемами качества, качество профессорско-преподавательского состава, качество студенческого контингента, качество учебных программ, критерии центральности, спрос со стороны

студентов, спрос на выпускников, преимущества расположения вуза, университетская система.

Keywords: management of quality problems, the quality of the staff teaching, the quality of the student contingent, curriculum quality, central criteria, the demand on the part of students, demand for graduates, college location advantages, the university system.

Основные составляющие формирования профессиональной компетенции выпускника. С целью качественной подготовки высококвалифицированных специалистов в высшей школе России и США необходимо решать следующие значимые проблемы, стоящие перед всей мировой системой высшего образования. Это, в первую очередь, *проблема качества*. Ее реализация осуществляется по следующим направлениям: постоянная оценка качества учебного процесса, учебных программ, деятельности профессорско-преподавательского состава и руководителей подразделений вуза; координация действий в рамках подготовки и реализации инновационных образовательных программ с организациями, отвечающими за аккредитацию и надзор в сфере высшего образования и другими вузами; создание условий, облегчающих начинающим преподавателям вхождение в профессию; обеспечение возможности для непрерывного повышения квалификации управленческому и преподавательскому составу.

Рост численности вузов, ознаменовавший историю развития российского образования последних 15 лет, привел к появлению не состыковок и сбоев в качестве образовательных программ. С целью наведения порядка в области подготовки современных, качественных основных профессиональных образовательных программ в России, как и в США, стала оформляться так называемая *инновационная университетская образовательная система* (когда в рамках одного университета находится несколько, фактически равноправных, но удаленных друг от друга географически: к примеру, Юго-Западный государственный университет, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Северо-Кавказский федеральный университет, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Московский государственный университет дизайна и технологий и др., а также зарубежные вузы такие, как Калифорнийский университет состоит из университетов Бэркли, Дэвис, Ирвин, Лос-Анджелес, Риверсайд, Сан-Диего, Сайта-Барбара, Санта-Круз, Медицинского центра Сан-Франциско), управляемая *академическим сенатом преподавателей.*

Быстрое устаревание знаний, внедрение новых технологий, появление новых научных направлений "сталкивает" российские и американские вузы с необходимостью введения основных профессиональных образовательных программ нового поколения со сменой приоритетов в подготовке специалистов к повышению практико-ориентированной составляющей обучения студентов как будущих специалистов и переподготовки профессорско-преподавательского состава в соответствии с современными тенденциями в образовании. Внимание при этом сосредоточено на выявлении и установлении общих границ интеллектуальной деятельности:

– какое значение вуз придает преддипломному и постдипломному образованию;

– на удовлетворение потребностей какой категории обучающихся направлена деятельность вуза;

– какое значение придается педагогической, исследовательской и вспомогательной деятельности;

– каким будет предполагаемый студенческий контингент и условия его взаимодействия с вузом.

Один из важнейших показателей состоятельности вуза – *качество профессорско-преподавательского состава* (ППС). Подтверждением заслуг ППС могут служить

количество опубликованных научных работ, рейтинг, репутация и результаты оценки педагогической эффективности, полученные награды (гранты, патенты и т.д.). С целью получения рейтинга "превосходный" или "отличный", преподаватель должен постоянно накапливать потенциал, позволяющий ему добиваться уровня полноценной научной состоятельности (это наблюдается, в основном, в ведущих вузах). Рейтинг "сильный" подразумевает, что преподаватель занимает ведущие позиции в своей дисциплинарной и профессиональной области. Рейтинг "адекватный" означает, что качество работы преподавателя соответствует усредненным общенациональным требованиям и стандартам, но до ведущих позиций в своей области он не дотягивает. И, наконец, рейтинг "слабый" означает, что качество деятельности преподавателя находится на уровне – ниже минимальных требований, предъявляемых к научной состоятельности в соответствующей области знания.

Традиционные методы измерения *качества студенческого контингента* включают в себя учет результатов тестовых оценок успеваемости; наград, полученных студентами за проявленные способности, а также профильное трудоустройство, степень удовлетворенности выпускников их работой и возможностями профессионального роста.

Качество учебных программ связывается с определением степени их необходимости, которая определяется, в свою очередь, при помощи внутреннего и внешнего анализа и таких критериев, как *центральность*, то есть положение и программы (шире профиля обучения) по отношению к целям и задачам вуза; *спрос со стороны студентов*; перспективы *спроса на выпускников* (этот критерий оценки связан с ожидаемыми возможностями занятости и профессиональной деятельности выпускников программы). При этом оценка "высокий" может быть дана в том случае, когда ожидаемый спрос на рынке превысит предложение. "Средний" спрос означает, что ожидается примерный баланс между спросом и предложением на специалистов, а "низкий" – что возможности трудоустройства выпускников данной программы будут все более сужаться.

Критерием качества учебной программы являются также *преимущества расположения вуза* (демографические, индустриальные, географические, культурные); *преимущества по сравнению с другими вузами*, то есть анализ отличительных средств, которые оправдывают необходимость долгосрочной поддержки программы, несмотря на конкуренцию с другими вузами (эти черты могут быть связаны с уникальностью подхода, обеспечивающего программе центральное место в выполнении вузом своей миссии; с тем, что она высокого качества или обеспечивает сравнительные преимущества).

Интересно, что в США действуют несколько десятков специализированных агентств, которые устанавливают минимально допустимые требования к качеству учебных программ. Более подробно эти показатели рассматриваются по следующим параметрам (критериям):

- миссия, цели и задачи программы – назначение и философия программы, ее организационная структура;

- качество ППС – уровень подготовки, компетентность в педагогической и научно-исследовательской областях, нагрузка преподавателей; отношение к педагогической, исследовательской и практической работе; повышение квалификации, политика и процедура поощрения и продвижения ППС; система оценки деятельности и оплата труда, то есть:

- качество студентов – условия отбора, приема и перевода студентов; продвижение и отсев по программе; требования к завершению программы; виды учебной помощи, предусмотренные программой; политика и методы оценки знаний и умений студентов;

- содержание учебного плана и программы – баланс теории и практики; набор обязательных курсов: области специализации; продолжительность программы и последовательность учебных курсов, предусмотренных программой; методы оценки учебных планов и программ; возможности

пересмотра и экспериментирования: методика разработки учебных планов; контекстуальное обучение;

- оценка – доказательство политики и методов, поощряющих общую оценку эффективности программы на постоянной и систематической основе: долгосрочное планирование.

В совокупность критериев качества высшего образования входят также ресурсное обеспечение (наличие учебных центров и материалов, обеспеченность практикой, библиотечными фондами и т.д.) и административное руководство программой.

Результативность и качество программ оценивается и по тому, каким навыкам и знаниям они могут обучить студентов. В образовательных программах высшей школы США и России обязательно должны находить отражение требования к модели выпускника: к его профессиональной компетенции и отношению будущего специалиста к профессии.

Требования к профессиональной компетенции подразумевают, что выпускник должен:

- обладать концептуальными знаниями, то есть знать то, что составляет основу профессиональной практики (это могут быть теоретические основы и основы профессиональных знаний); иметь специальную подготовку, которая позволяла бы выполнять основные задания, связанные с профессиональной практикой, деятельностью;

- обладать способностью к обобщению, что позволяло бы выпускнику объединять теорию с практикой и знать, какие теоретические положения применимы к решению конкретных задач и проблем;

- владеть контекстуальными знаниями, позволяющими различать и учитывать особенности социальной, экономической, культурной и экологической среды профессиональной деятельности;

- обладать адаптивными способностями, то есть умением предвидеть изменения в обществе, в технологии и адаптироваться к ним;

- обладать навыками межличностного общения – уметь общаться в устной и письменной форме.

Вторая группа требований – отношение к профессии – подразумевает, что выпускник должен:

- профессионально определиться, то есть определить свою профессиональную роль;

- знать профессиональную этику и уметь принимать этические принципы и нормы профессионального поведения в практической деятельности;

- уметь доказать свою нужность на рынке труда, то есть выпускник должен не только отвечать основным требованиям, предъявляемым к его профессиональной деятельности (иногда для этого нужно пройти процедуру лицензирования или сертификации – процедуру допуска), но и уметь доказать свою конкурентоспособность как претендента на должность;

- обладать стремлением к повышению научного уровня и быть готовым к участию в исследованиях или других видах научно-исследовательской деятельности, способствующей совершенствованию педагогической практики;

- обладать мотивацией к непрерывному образованию – заниматься активными поисками возможностей повышения уровня профессиональных знаний.

Подводя некий итог представленного анализа инновационных аспектов управления профессиональными компетенциями обучающихся в российских и американских вузах, отметим: отличительная особенность высшей школы заключается в подготовке собственных кадров из числа выпускников вуза для педагогической и управленческой деятельности в стенах учебного заведения, воспитавшего дипломированного специалиста. Это говорит не только о сближении методик и подходов организации образовательного процесса двух стран, но и о качественно новом уровне мировоззрения российской управленческой элиты в образовании, а именно: кадров новой формации – практико-ориентированных специалистов, подготовленных для трудоустройства на конкретном

предприятии и не требующих дополнительного обучения, так называемого доучивания. Рассмотренная и сопоставленная с аналогами концепция менеджмента профессиональными компетенциями обучающихся является одной из ключевых составляющих основы новых федеральных государственных образовательных стандартов четвертого поколения (ФГОС 4). По сути, профессиональные стандарты связаны с решениями проблем рынка труда (трудоустройство по профилю), с удовлетворением запросов работодателей на недостаточное количество высококвалифицированных специалистов по определенным профессиям в рамках государственно-частного партнерства. В ближайшей перспективе Минобрнауки будет вводить особый надзор над установлением контрольных цифр приема, акцентировать поддержку более востребованных направлений и специальностей. Таким образом, важной магистралью успеха функционирования вуза является своевременное и эффективное вовлечение в процесс качественной эволюции образовательной системы Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Балыхин Г.А., Балыхин М.Г.* Наука – образование – инновации: словарь-справочник по инновационному образованию. – М.: РУДН, 2014.

2. *Балыхин М.Г., Белоцерковский А.В., Каплунов И.А., Катаускайте Л.А., Кожитов Л.В.* Управление качеством образования в вузе. – Тверь: ООО "Тверской печатный двор", 2013.

3. *Балыхина Т.М.* Структура и содержание российского филологического образования. – М.: РУДН, 2010.

4. *Барбашин М.Ю.* Институты высшего образования и социальные дилеммы (компаративный анализ российской и американской систем) // Педагогика и просвещение. – 2013, №2(10).

5. *Corno L., Edelstein M.* Information processing models // The international encyclopedia of teaching and teacher education. – Oxford, 1988.

6. *Fernez-Walch S., Romon F.* Management de l'innovation. De la stratégie aux projets, 3-e edition. – Vuibert, 2012.

7. *Herring Mary C., Koehler Matthew J.* Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators Kindle Edition. – London: Routledge, 2014.

REFERENCES

1. Balyhin G.A., Balyhin M.G. Nauka – obrazovanie – innovacii: slovar'-spravochnik po innovacionnomu obrazovaniju. – M.: RUDN, 2014.

2. Balyhin M.G., Belocerkovskij A.V., Kaplunov I.A., Katauskajte L.A., Kozhitov L.V. Upravlenie kachestvom obrazovanija v vuze. – Tver': OOO "Tverskoj pechatnyj dvor", 2013.

3. Balyhina T.M. Struktura i soderzhanie rossijskogo filologicheskogo obrazovanija. – M.: RUDN, 2010.

4. Barbashin M.Ju. Instituty vysshego obrazovanija i social'nye dilemmy (komparativnyj analiz rossijskoj i amerikanskoj sistem) // Pedagogika i prosveshhenie. – 2013, №2(10).

5. Corno L., Edelstein M. Information processing models // The international encyclopedia of teaching and teacher education. – Oxford, 1988.

6. Fernez-Walch S., Romon F. Management de l'innovation. De la stratégie aux projets, 3-e edition. – Vuibert, 2012.

7. Herring Mary C., Koehler Matthew J. Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators Kindle Edition. – London: Routledge, 2014.

Рекомендована кафедрой экономики и менеджмента МГУДТ. Поступила 23.08.16.

УДК 754.05.04

РЕКЛАМА ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В МАССОВЫХ ЛИСТОВКАХ И ЛИСТОВОЧНЫХ БРОШЮРАХ

ADVERTISING OF PRODUCTS OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY IN MASS FLYERS AND LEAFLETS BROCHURES

Е.Н. ДЕРГИЛЁВА, Н.П.БЕСЧАСТНОВ
E.N. DERGILYOVA, N.P.BESCHASTNOV

(Московский государственный университет дизайна и технологии)
(Moscow State University of Design and Technology)
E-mail: dysua@mail.ru, npb.art@mail.ru

Выделены типы и основные виды современной листовочно-брошюрной продукции для рекламы изделий текстильной и легкой промышленности. Проведена классификация и дан анализ особенностей, возможностей и эффективности рекламы изделий текстильной и легкой промышленности в массовых листовках и листовочных брошюрах(буклетах).

The main forms and types of the modern leaflet brochures production for advertising of products of textile and light industry are allocated in this article. And the classification and the analysis of features, opportunities and advertising efficiency of products of textile and light industry in mass leaflets and the leaflet brochures is given.

Ключевые слова: реклама, брошюра, типизация, вид, графический дизайн, листовка, фирменный стиль, образ, имидж, рекламно-ярлычный комплекс.

Keywords: advertising, brochure, typification, look, graphic design, leaflet, corporate style, image, advertising label complex.

Дизайн рекламно-информационных листовок и листовочных брошюр (буклетов) в России, как и во всем мире, переживает период расцвета. Листовки и листовочные брошюры занимают сегодня до половины всех изданий рекламной направленности. Печать такой продукции для промо-акций не имеет сезонных всплесков, и типографии круглогодично выпускают ее массовыми тиражами. Листовки и листовочные брошюры всегда останутся в тренде из-за постоянно растущей потребности в кратком и доходчивом доведении до потребителя достоинств и преимуществ рекламируемого изделия или готовящегося к проведению мероприятия [1].

Конкуренция на рынке товаров и услуг требует постоянного новаторского поиска в сфере рекламно-информационной продукции. Брошюры и листовки со скрытой и явной рекламой сопровождают каждое предназначенное к продаже изделие. Особенно это относится к изделиям текстильной и легкой промышленности, чей огромный ассортимент соперничает со всей остальной номенклатурой современного промышленного производства.

Дизайн листовок и брошюр – одна из наиболее креативных сфер графической рекламы. Их мобильность позволяет встраиваться почти в любые рекламные комплексы, беря на себя роль наиболее чуткого к изменениям рынка звена. Листовочная и листовочно-брошюрная продукция сегодня в огромных количествах не только сосредоточена на промо-стойках у стендов крупнейших фирм, производителей одежды, раздается у входа на торгово-

промышленные выставки, но и вкладывается в любого вида упаковки обуви или навешивается на продающийся товар вместе с ярлыками. Покупая обувь, галантерейные изделия или украшения, мы вместе с дизайнерской упаковкой вносим не менее эксклюзивную брошюру, заставляющую нас обязательно посмотреть данную на ней информацию.

Постоянное увеличение объемов использования листовок и листовочных брошюр в рекламе изделий текстильной и легкой промышленности развитых стран мира и России заставило нас провести анализ такой продукции с целью выявления скрытых возможностей ее совершенствования и повышения эффективности. Необходимость такого анализа возникла из-за достаточно среднего уровня работ отечественных мастеров дизайн-графики, ограниченно использующих возможности данных проектных жанров.

Изучение около двух тысяч образцов листовок и листовочных брошюр, собранных на ведущих выставках-ярмарках изделий текстильной и легкой промышленности (Федеральная ярмарка товаров и оборудования текстильной и легкой промышленности "Текстильпром", Международная выставка обуви, сумок и аксессуаров "МОСШУЗ", Международная выставка ювелирной продукции ISTAMBUL JEWELRY SHOW, Международная выставка моды FASHION pre-collection, Международная выставка Heimtextil-international Fachmesse fur Wohn – und Objekttextilien/Francturt-Main и др.), "Неделях моды" в Европе и Америке, презентации салонов ведущих производителей одежды и аксессуаров позволило выделить два типа листовочно-брошюрной продукции: массовая (типовая), и эксклюзивная (уникальная), объединяющих множество видов и разновидностей рекламных изданий коммуникативной направленности. Описание и анализ всего разнообразия данной типизации выходит далеко за объемы одной статьи, и мы вычленяем и описываем только наиболее используемые виды массовой листовочно-брошюрной продукции, охватывающей до семидесяти процентов рынка текстиля, одежды и ее аксессуаров. К таким видам можно отнести: флаер (листовку), брошюру-презентацию (lookbook), брошюру-каталог, брошюру-ярлык (бирку).

Наиболее используемые форматы флаеров: А6 (105-148мм) и Еврофлаер (99х210мм). Форматы массовых листовочных брошюр, как правило, не превышают формата А3 (297×420 мм) в разложенном виде с использованием от одного до четырех сгибов. При наличии большого количества фальцовок листовочные брошюры при сложении не должны превышать формат А4. Это связано с размерами типовых почтовых конвертов и возможностями "вбрасывания" рекламы в среднестатистические почтовые ящики. Флаеры (листовки) презентационного типа раздаются около павильонов выставок-ярмарок и выкладываются в секциях торговых центров. Сегодня они проектируются в основном как двухсторонние и полноцветные. Лицевая сторона проектируется как рекламно-графическая композиция, оборотная – в виде текстового наполнения со схемой проезда, расположением торговой (выставочной) секции внутри здания, электронным адресом, телефонами. На лицевую сторону выборочно вносятся наиболее важные части текста, время и сроки работы. Разновидностью флаера можно считать "листовки-приглашения" на конкретный показ мод с указанием места и точного времени начала мероприятия. Приглашения в основном рассчитаны на одно-два лица и являются рекламой кутюрье, дефиле коллекции которого планируется к показу. Среди идей, реализуемых во флаерах-приглашениях, обычно используют фрагментированные фотоизображения, по которым "фанат" узнает любимого "виртуоза костюма". "Раскрученные" Дома мод выпускают в преддверии демонстрации своих коллекций флаеры не только с фотографиями новых моделей в полный рост, но и с изображениями, фиксирующими только характерное колыхание складок одежд, сверкание страз, блеск или матовость кожи, по которым завсегдатаи весенних и осенних "Недель моды" узнают творения своих любимцев.

Из всего многообразия листовочных брошюр (буклетов), используемых в рекламе промышленных изделий для рекламы изделий текстильной и легкой промышленности, наиболее массовой является "брошюра-презентация" с расширенным по отношению к флаеру (листовке) объемом информационного материала. Именно эти листовочные брошюры имеют в разложенном виде формат А4 и сгибаются по большой стороне посредством двух параллельных фальцовок, делящих лист на три равные части. Они по "напористой" графике первой полосы (обложки) схожи с графикой флаеров, но при их раскладывании покупатель часто видит и небольшой товарный ряд лучшей продукции фирмы. Ряд построен преимущественно из высококачественных реалистических фотоизображений, направленных на полноценное знакомство покупателя с идеей и достоинствами дизайн-формы изделия, созданного в том или ином Доме моды. Чтобы придать динамичность восприятию костюма, часто публикуются наиболее выразительные фотофрагменты "дефиле" с "топовых" недель мод. Брошюра-презентация с двумя фальцовками складывается так: вначале сгибается внутрь конструкции последняя треть листа, а затем сложенная часть накрывается складыванием первой трети листа. Таким образом получается обложка брошюры. Мини-фотокаталог продукции размещается в образующихся при полном раскладывании "вратах" – срединной части брошюры. В брошюре-презентации, созданной для коллекции одного дизайнера, в срединной части часто размещается одна большая, почти сюжетная фотокомпозиция из лучших моделей.

Брошюра-каталог является развитием идеи брошюры-презентации, но она имеет, как правило, более двух параллельных сгибов. В объемных листовочных брошюрах иллюстративные и текстовые материалы подаются так, чтобы они могли выдержать многократный просмотр и сравнение данных в издании вариантов изделий (услуг) как вне дома, так и в домашних условиях. Листовочную брошюру, имеющую десяток сгибов (фальцовок), внимательно просмотреть можно только в спокойной обстановке.

Брошюра с увеличенным количеством сгибов должна быть напечатана на бумаге высокого качества, хорошо "держащей" форму, так как в противном случае она не сможет успешно складываться в виде "врат" или "витрины"(5 фальцовок) или "гармошки"(4 и более фальцовок). Брошюры-каталоги очень часто имеют выраженный имиджевый характер и исполняются в узнаваемом дизайне с использованием фирменных цветов, опорных шрифтов и "слоганов". "Слоганы" постепенно приобретают все большее значение, изменяясь в сторону прямого обращения к конкретным социальным и возрастным группам населения. Особенно это относится к таким группам, как молодежь и люди пожилого возраста.

Листовочные брошюры-ярлыки не раздаются потенциальным покупателям, а навешиваются вместе с настоящим ярлыком на товар его производителем. Размеры таких брошюр небольшие – в размер "истинного" ярлыка. Вместе с ярлыком они составляют специфический, рожденный в сфере продаж одежды, рекламно-ярлычный комплекс, прикрепляемый к изделию на веревочке (леске), в которой кроме ярлыка и мини-брошюры иногда входит и трехмерный фирменный знак-брелок. Отрывая ярлык, покупатель обязательно должен взять в руки и брошюру. Резкое увеличение качества печати и креативности дизайна современных ярлыков требует такого же отношения дизайнеров к мини-брошюрам, которые начинают быстро приобретать сложную криволинейную форму. В последние годы мини-буклеты вместе с ярлыком не только вкладываются в упаковку, но и прикрепляются к обувной паре, кожаным ремням, галстукам и тому подобной продукции.

Необходимо отметить резко возросший художественный уровень и технологическое совершенство массовой листовочно-брошюрной продукции. В изделиях, печатающихся многотысячными тиражами, активно используются находки эксклюзивной полиграфии со множеством дополни-

тельных функций и эффектов [2]. Понимая коммуникативные возможности рекламной полиграфии, даже фирмы "средней руки" заказывают проектирование листовок и листовочных брошюр известным специалистам графического дизайна и рекламы, способным решать проблемы рекламного образа. "Самодельная" реклама еще встречается на некоторых отечественных ярмарках, но вид ее вызывает откровенное сожаление [3], [4].

Дизайн листовок и листовочных брошюр сегодня включает в себя все стадии полноценного процесса художественного проектирования с расширенным подготовительным этапом (сбором иллюстративного и текстового материала в виде цветовых и шрифтовых предпочтений, фотографий, рисунков, информации о фирме – "легенде фирмы" и т.д.) [5]. "Продвинутые" рекламные дизайн-фирмы имеют собственные компьютерные банки-собрания основных видов листовочно-брошюрной продукции с алгоритмами их использования в дизайне массовой продукции (своеобразные конструкторы графической рекламы), но это уже секреты фирм [6], [7].

Исследование позволило определить зарождение в рекламе модных изделий сложных листовочно-брошюрных комплексов, состоящих из нескольких разновидностей листовок, листовочных брошюр, создающихся с учетом характера рекламной акции и ее растянутости во времени. Сценарий рекламной акции определяет художественную форму и информационную насыщенность отдельных составляющих проекта. Как правило, начало акции сопровождается массовой раздачей красочных флаеров, знакомящих потребителя с ее основными параметрами и образной идеей. Далее количество информации постепенно увеличивается путем "вбрасывания" брошюр-презентаций и доводится до объемных хорошо иллюстрированных брошюр-каталогов. Однако такие промоакции требуют привлечения не только промоутеров и супервайзеров, но и сценаристов.

ВЫВОДЫ

1. Определены и описаны наиболее эффективные виды массовой листовочно-брошюрной графической рекламы изделий текстильной и легкой промышленности.
2. Отмечено расширенное проектирование рекламной печатной продукции для конкретных возрастных и социальных групп.
3. Показано внедрение в торговую рекламу такой специфической формы листовочной брошюры, как брошюра-ярлык.
4. Выявлено зарождение сложных листовочно-брошюрных комплексов, включающих несколько печатных изделий и создающихся по единому сценарию.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Тангейт М.* Всемирная история рекламы. – М.: Альпина Бизнес-Букс, 2008
2. *Стефанов С.* Полиграфия и технологии печати. –М.: Либроком, 2009.
3. *Садов А.К., Сидоренко В.Ф.* Графический дизайн и реклама // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 3. С. 66…69.
4. *Садов А.К., Сидоренко В.Ф.* Графический дизайн как инструмент общения с аудиторией // Сб. научн. тр. аспирантов. – М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина. – 2009, вып. 15. С. 142…145.
5. *Архипова Н.А., Стор И.Н.* Реклама дома мод "Chanel" во французском журнале мод "L'officiel" // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, № 2. С. 79.
6. *Гурова Е.А.* Храм элегантного конструктивизма // Дизайн и технологии. – 2013, № 37 (79). С. 6…11.
7. *Назаров Ю.В., Казакова Н.Ю.* Особенности применения модульной сетки в дизайне сайтов // Дизайн и технологии. – 2013, № 37 (79). С. 23…28.

REFERENCES

1. Tangejt M. Vsemirnaja istorija reklamy. – M.: Al'pina Biznes-Buks, 2008
2. Stefanov S. Poligrafija i tehnologii pechati. – M.: Librokom, 2009.
3. Sadov A.K., Sidorenko V.F. Graficheskij dizajn i reklama // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2010, № 3. S. 66…69.
4. Sadov A.K., Sidorenko V.F. Graficheskij dizajn kak instrument obshhenija s auditoriej // Sb. nauchn. tr. aspirantov. – M.: MGTU im. A.N.Kosygina. – 2009, vyp. 15. S. 142…145.
5. Arhipova N.A., Stor I.N. Reklama doma mod "Chanel" vo francuzskom zhurnale mod "L'officiel" //

Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2009, № 2. S. 79.

6. Gurova E.A. Hram jelegantnogo konstruktivizma // Dizajn i tehnologii. – 2013, № 37 (79). S. 6…11.

7. Nazarov Ju.V., Kazakova N.Ju. Osobennosti primenenija modul'noj setki v dizajne sajtov // Dizajn i tehnologii. – 2013, № 37 (79). S. 23…28.

Рекомендована кафедрой рисунка и живописи Института искусств. Поступила 18.02.16.

УДК 69:551.58(035)

СТРОИТЕЛЬНАЯ КЛИМАТОЛОГИЯ. ОПЫТ ТЕХНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ

BUILDING CLIMATOLOGY. EXPERIENCE OF TECHNICAL RATIONING

Н.Г. ВОЛКОВА
N.G. VOLKOVA

(Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук)
(Research Institute of Building Physics of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences)
E-mail: vngeo12@yandex.ru

Климатические перемены на территории Российской Федерации в целом характеризуются как продолжающееся потепление со скоростью, более чем в два с половиной раза превышающей скорость глобального потепления. В связи с этим возрастает роль климатических нормативов, оказывающих значительное влияние на все основные направления строительства и архитектуры зданий и сооружений. Специалистами НИИСФ при участии ГГО и других научных организаций, начиная с 60-х годов прошлого столетия, разработаны основополагающие нормативные документы по строительной климатологии. Строительная климатология обеспечивает все своды правил, ГОСТы и другие нормативные документы России метеорологическими характеристиками и другими показателями.

Climatic changes in territory of the Russian Federation as a whole are characterised as proceeding warming with a speed, more than in two and a half time exceeding speed of a global warming. In this connection the role of the climatic normatives, making considerable impact on all basic directions of building and architecture of buildings and constructions increases. Experts of scientific research institute of RIBPh with the assistance of GGO and other scientific organisations, since 60 th years of last century, develop basic standard documents on building climatology. The building climatology provides all arches of rules, GOSTs, etc. standard documents of Russia meteorological characteristics and other indicators.

Ключевые слова: строительство, нормирование, климатические перемены, безопасность, энергосбережение зданий, тепловой комфорт помещений.

Keywords: building, rationing, climatic changes, safety, an energy-saving of buildings, thermic comfort of premises.

Строительная климатология обеспечивает все своды правил, ГОСТы и другие нормативные документы России климатическими параметрами и картами городов и населенных пунктов России [1]. Повышение надежности эксплуатации зданий и сооружений зависит от качества климатических нормативов [2]. На протяжении десятилетий осуществляется сотрудничество с Росгидрометом и главной геофизической обсерваторией им. А.И Воейкова. СНиП II-А. 6-62. Строительная климатология и геофизика содержал в себе расширенный объем климатических характеристик, включая геофизические показатели. В главе СНиП II-А.6-72 были приведены материалы, необходимые для проектирования вновь строящихся и реконструируемых предприятий, зданий и сооружений различного назначения. В дополнение к Документу в 1977 г. было разработано Руководство по строительной климатологии, которое включало расширенные дополнительные сведения о климатических параметрах.

В СНиП 2.01.01-82. были включены специализированные климатические характеристики, такие как температуры воздуха: наиболее холодной пятидневки и наиболее холодных суток, а также продолжительность и средняя температура воздуха отопительного периода, расчетная скорость ветра, солнечная радиация на вертикальные поверхности и др. Кроме того были представлены схематические карты геофизических характеристик территории СССР. Впоследствии материалы по геофизике СНиПа 2.01.01-82 использовались наряду со СНиП 22-01-95. Геофизика опасных природных процессов, в котором практически отсутствовала климатическая информация. Основное внимание было уделено факторам и категории опасности природных процессов. К настоящему времени СНиП 2.01.01-82 устарел более чем на 35 лет, и климатические нормативы вступили в противоречие с требованием ФЗ № 384 "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений". Климатические перемены требуют разработки новой стратегии адаптации зданий к изменению климата [3]. В СНиП 22.02-2003. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения также отсутствует геофизическая информация.

Справочное пособие к СНиП 2.01.01-82 содержало статистические характеристики климатических параметров, пространственное обобщение отдельных параметров климата в виде изолинейных карт, другие вспомогательные и климатические материалы, необходимые для проектирования и строительства. В СНиП 23-01-99, были уточнены климатические нормативы. В редакции СНиП 23-01-99 произошли изменения по количеству пунктов, с включением дополнительных параметров. Справочное пособие к СНиП 23-01-99* было издано в 2006 г. В 2009 г. был принят закон № 261-ФЗ. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ.

По данным оценочного доклада Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории РФ текущее изменение климата России в целом характеризуется как продолжающееся потепление со скоростью, более чем в два с половиной раза превышающей скорость глобального потепления [4]. При этом тенденция к замедлению, наблюдаемая в глобальном масштабе, для России пока не прослеживается. Изменения аномалий среднегодовой температуры приземного воздуха, осредненные по территории России, в течение 1886-2012 гг. представлены на рис. 1. Аномалии рассчитаны как отклонения от средних за 1961…1990 гг. Жирная кривая показывает сглаженный ход температуры (11-летние скользящие средние). Вертикальными отрезками показан 95%-ный доверительный интервал для 11-летних средних (без учета ошибок пространственного осреднения и нарушений однородности). Светлая линия – тренд за 1976…2012 гг.

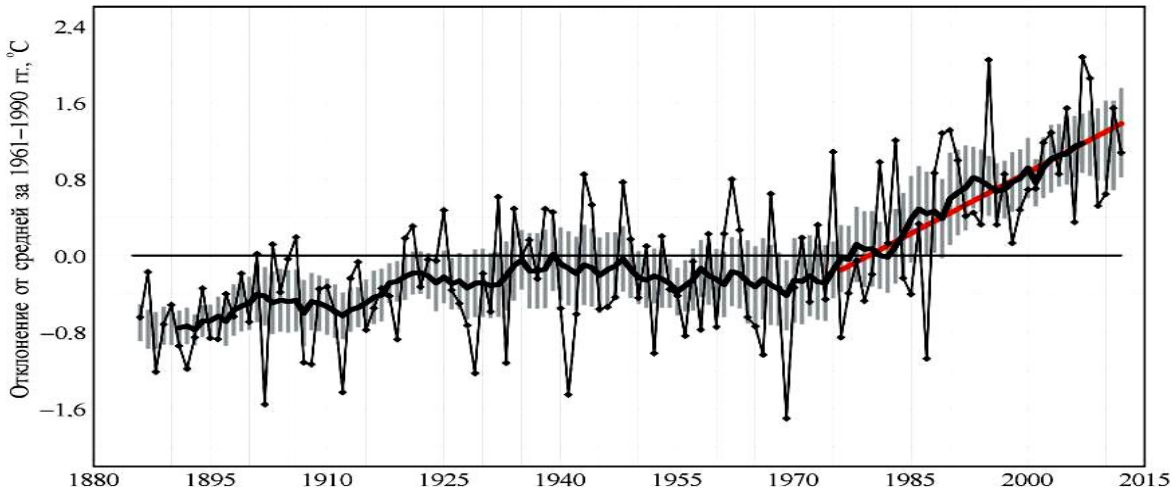


Рис. 1

Учет современной климатологической ситуации позволяет сократить энергозатраты до 15% за счет понижения уровня теплозащиты зданий и повышения качества управления тепловым режимом зданий, а также для выполнения требований ФЗ № 384.

Свод правил СП 131.13330.2012, СНиП II-23-01. Строительная климатология разработан НИИ строительной физики совместно с ГГО им. А.И. Воейкова [5]. Постановлением Правительства РФ от 26.12.2014 №1521, СП 131.13330.2012 за исключением раздела 2 включен в перечень национальных стандартов и сводов правил, в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований ФЗ № 384. При работе над редакцией главы СНиП были рассчитаны основополагающие параметры и пересмотрены характеристики, относящиеся к влажности, осадкам и скорости ветра. Требовались доработки таблицы, касающиеся определения суммарной солнечной радиации на различно ориентированные поверхности зданий и др. Новые значения климатических параметров за период наблюдений с 1966 по 2010 гг. приведены для половины пунктов. О климатических переменах можно судить по нормативным характеристикам территориально удаленных друг от друга городов РФ (рис. 2 – средняя годовая температура воздуха, °С (данные климатической нормы – 1; данные СНиП 23-01-99. Строительная климатология – 2; данные СП 131.13330.2012, СНиП 23-01-99* – 3) и рис. 3 – количество осадков, апрель-август, мм (данные СНиП 23-01-99 – 1; Строительная климатология, данные СП 131.13330.2012, СНиП 23-01-99*, Строительная климатология – 2)).

Рис. 2

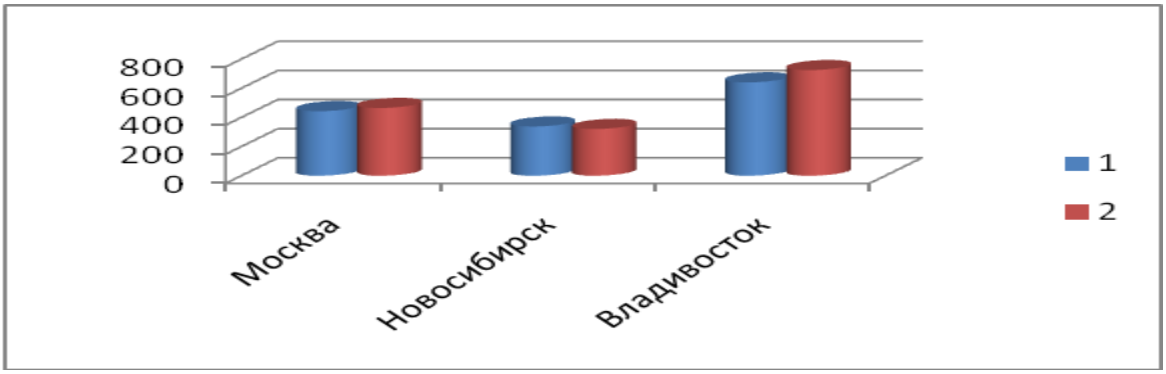


Рис. 3

НИИСФ РААСН также разработал Национальные стандарты. ГОСТ Р 55 912–2013. Климатология строительная. Номенклатура основных показателей наружной среды. Частичное применение ISO 15927-1:2003 и ГОСТа Р 55 913–2013. Здания и сооружения. Номенклатура климатических параметров отопительного периода. Частичное применение ISO 15927-5:2004.

В связи с расширением территории Москвы было подготовлено Изменение №1 к СП 131.13330 СНиП 23-01-99*. Проведенное при выполнении работ районирование позволило отнести к одной климатической зоне территорию Москвы в рамках МКАД – Москва (север), а вновь присоединенные к Москве территории – к зоне Новая Москва (юг). Анализ исходной климатологической информации выполнен за период с 1980-2011 годы. В расчетах использованы ряды "срочного, суточного, месячного и годового" разрешения.

Присоединение территории Республики Крым к РФ привело к необходимости обеспечения этого региона климатическими характеристиками, а следовательно, и к разработке Документа "Изменение №2 к СП 131.13330 СНиП 23-01-99*. Строительная климатология".

В Послании Президента Федеральному собранию РФ, в 2014 г., было отмечено, что развитие Дальнего Востока является приоритетной задачей России на весь 21 век [6], поэтому было в (6 стр., поступ. 10.06.16, на заключении с 01.07.16, №14433/3).несено предложение по разработке "Изменения № 3 к СП 131.13330 СНиП 23-01-99* для Приморского края".

Для решения задачи минимизации суммарного расхода энергии в СП 131.13330 2012. Строительная климатология необходимо обновить значительную часть климатических показателей, а также рассмотреть вопрос о дополнительном включении геофизических характеристик, востребованных в строительстве.

В Ы В О Д Ы

1. Строительная климатология оказывает влияние на все основные направления строительства и архитектуры зданий и сооружений, являясь основанием для решения всех задач, связанных с безопасностью и энергосбережением зданий и тепловым комфортом помещений.
2. Текущее изменение климата России характеризуется как продолжающееся потепление со скоростью, более чем в два с половиной раза превышающей скорость глобального потепления. Климатическая ситуация на территории РФ такова, что необходимо чаще осуществлять пересмотр нормативных документов, не менее одного раза в пять лет.
3. Следует отметить, что материалы по геофизике из СНиП 2.01.01-82 Строительная климатология и геофизика устарели более чем на 35 лет. В настоящее время назрела необходимость в пересмотре геофизических характеристик территории РФ, так как существующие нормативы вступили в противоречие с требованием ФЗ №384.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Волкова Н.Г.* Развитие нормирования строительной климатологии. БСТ.8/2012. С. 37…38.

2. *Савин В.К.* Энергосбережение и климатология // АВОК, 2016, № 2. С. 72…77.

3. *Акентьева Е.М., Кобышева Н.В.* Стратегия адаптации к изменению климата в технической сфере для России // Труды ГУ "ГГО". – С.-Пб., 2011, вып.563. С.60…77.

4. Изменение климата. Информационный бюллетень, № 49, август-сентябрь 2014г. С. 1…26.

5. *Умнякова Н.П.* Новый СП 131.13330 .2012. СНиП 23-01-99* Строительная климатология. Актуализированная редакция // АВОК, 2013, №7. С.72…76.

6. *Аникеев В.В.* Как развить Дальний Восток. Фундаментальные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2014 г. // Сб. научн. тр. РААСН. – М., Курск, 2015. С. 231…238.

REFERENCES

1. Volkova N.G. Razvitie normirovanija stroitel'noj klimatologii. BST.8/2012. S. 37…38.

2. Savin V.K. Jenergosberezhenie i klimatologija // AVOK, 2016, № 2. S. 72…77.

3. Akent'eva E.M., Kobysheva N.V. Strategija adaptacii k izmeneniju klimata v tehnicheskoj sfere dlja Rossii // Trudy GU "GGO". – S.-Pb., 2011, vyp.563. S.60…77.

4. Izmenenie klimata. Informacionnyj bjulleten', №49, avgust-sentjabr' 2014g. S. 1…26.

5. Umnjakova N.P. Novyj SP 131.13330 .2012. SNiP 23-01-99* Stroitel'naja klimatologija. Aktualizirovannaja redakcija // AVOK, 2013, №7. S.72…76.

6. Anikeev V.V. Kak razvit' Dal'nij Vostok. Fundamental'nye issledovanija RAASN po nauchnomu obespecheniju razvitija arhitektury, gradostroitel'stva i stroitel'noj otrasli Rossijskoj Federacii v 2014 g. // Sb. nauchn. tr. RAASN. – M., Kursk, 2015. S. 231…238.

Рекомендована Ученым советом НИИСФ РААСН. Поступила 15.05.16.

УДК 535.233:53.088.23

ОШИБКИ ПРИ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ СЪЕМКЕ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

ERRORS OF THERMOGRAPHING FOR WALLING INNER SURFACES

А.Ю. ОКУНЕВ, Е.В. ЛЕВИН
A.YU. OKUNEV, E.V. LEVIN

(Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук)
(Research Institute of Building Physics of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences)
E-mail: OkunevAY@gmail.com, aqwsrv@list.ru

При тепловизионном обследовании зданий часто возникают ошибки измерений, обусловленные технической сложностью определения точных значений величин температуры фонового излучения и коэффициента излучения поверхности. В рамках настоящей статьи проанализирован диапазон величин данных параметров, встречающийся на практике при обследовании внутренних поверхностей ограждающих конструкций, и проведены расчеты ошибок измерения на основе энергетического баланса приемника излучения тепловизора в спектральном диапазоне 8...14 мкм. Установлено, что температура фонового излучения может оцениваться

на основе температуры воздуха в помещении, а коэффициент излучения часто может быть положен равным 0,92 или единице. Диапазон соответственных ошибок измерения, полученный расчетным путем, в обоих случаях находится на уровне 10…20% от разницы между температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции и температурой внутреннего воздуха.

With thermal imaging survey of buildings often there are measurement errors due to the technical difficulty in determining the exact value of the background radiation temperature and the surface emissivity. In the framework of this article analyzed the range of values of these parameters, which is found in practice when examining internal surfaces of building envelopes, and calculated the measurement error based on the energy balance of thermal radiation detector in the spectral range 8...14 mkm. It was found that the temperature of the background radiation can be estimated on the basis of the room temperature and emissivity can often be set equal to 0.92 or unit. Respective range measurement errors obtained by calculation, in both cases at the level of 10…20% of the difference between the temperature of the inner surface of the enclosing structure and temperature of indoor air.

Ключевые слова: тепловизионный метод, температура, коэффициент излучения, погрешность.

Keywords: thermal imaging method, temperature, emissivity, error.

Одним из наиболее информативных и удобных способов неразрушающего контроля теплотехнических свойств ограждающих конструкций зданий и сооружений является тепловизионный метод [1], [2].

Физический принцип тепловизионного метода заключается в регистрации распределения радиационной температуры на поверхности объектов с применением инфракрасных (ИК) приемных устройств, называемых тепловизорами или термографами.

Тепловизор обычно состоит из оптической системы и чувствительной матрицы приемника излучения – сенсора болометрического типа. Из полного ИК-излучения от объектов, попадающего в объектив тепловизора, оптической системой вырезается рабочий спектральный диапазон (часто 8...14 мкм или близкий к нему), который далее фокусируется на плоскости матрицы, расположенной перпендикулярно оптической оси прибора. Приемник прибора формирует электрические сигналы, которые далее отображаются в виде измеряемой температуры. Эти сигналы зависят только от полной облученности элементов сенсора матрицы, которые воспринимают все "видимое" ими излучение в совокупности. Собственное излучение объекта, температура которого подлежит определению, неотличимо от отраженного им фонового излучения сторонних источников с другой собственной температурой, и также излучения, переизлученного воздухом, находящимся на пути от объекта до прибора. Значения сигналов считываются электронной схемой, преобразуются с применением встроенных алгоритмов, включая математическую обработку зависимости между сигналом и температурой, шумоподавление и снижение аберраций, после чего регистрируются в памяти прибора и отображаются на экране в виде так называемой термограммы.

Для анализа ошибок измерения пренебрежем влиянием на показания тепловизора поглощением атмосферы (воздух полагается достаточно чистым и прозрачным). В этом случае соотношение между регистрируемой температурой, температурой поверхности объекта и температурой от-

раженного излучения имеет следующий вид:

$$\Delta\varphi(T_r)T_r^4 = \varepsilon\Delta\varphi(T_s)T_s^4 + (1-\varepsilon)\Delta\varphi(T_0)T_0^4. \quad (1)$$

Здесь $\Delta\varphi(T)$ – воспринимаемая сенсором доля мощности излучения абсолютно черного тела (АЧТ) (данная величина определяется спектром пропускания оптики тепловизора (рабочим спектральным диапазоном) и спектральной чувствительностью сенсора приемника); T_r – радиационная температура в шкале градусов Кельвина, К; T_s – определяемая температура поверхности объекта, К; T_0 – температура отраженного фонового излучения, то есть величина, характеризующая мощность облучения обследуемой поверхности сторонними объектами и отраженная в направлении тепловизора, К; ε – коэффициент излучения поверхности.

В статье используются два вида обозначений температур. Заглавными Т обозначены температуры по шкале Кельвина, строчными буквами t – температуры по шкале Цельсия. Индексы в обоих случаях одинаковы.

В левой части уравнения (1) находится фактически измеряемая тепловизором величина T_r, которая связана посредством данного уравнения с тремя параметрами – определяемой температурой поверхности объекта, температурой отраженного излучения и коэффициентом излучения. То есть для определения температуры поверхности объекта T_s необходимо не только измерить T_r, но и задать значения двух дополнительных величин ε и T_0. В общем случае в рамках одной термограммы значения этих величин могут изменяться от точки к точке.

Проанализируем влияние точности задания величины данных параметров на точность измерения температуры T_s. Для этого ограничимся одним из существующих видов тепловизионной диагностики – внутренняя съемка ограждающих конструкций в отапливаемых помещениях.

Прежде чем приступить к анализу точности измерения температуры поверхности, определим характерные величины параметров, которые имеют место при внутренней съемке, а также возможные погрешности при задании коэффициента излучения и температуры отраженного излучения.

Определение значимого интервала измеряемой температуры внутренней поверхности. Температура большинства отапливаемых помещений находится в диапазоне +10 – +30°С; при этом обследованию подлежат наружные ограждения, температура которых ниже, чем температура внутреннего воздуха. Главными при обследованиях внутренней стороны ограждающих конструкций являются две задачи – оценка их теплоизоляции и поиск мест потенциальной конденсации влаги.

Участки поверхности, температура которых ниже точки росы при заданных значения влажности воздуха (порядка 50%(отн.)), в соответствии с СП 50.13330.2012 СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий (далее, СНиП 23-02), являются фактически дефектными и, как правило, необходимость точного определения их температуры отсутствует. Например, относительная влажность 50% в интервале температур внутреннего воздуха в шкале градусов Цельсия $t_{возд} \in \{+10 \dots +30\}$ °С соответствует температуре точки росы на 10…12°С ниже воздуха. В соответствии с этим при внутренней тепловизионной съемке имеет смысл количественное определение величин температур поверхностей $t_{пов}$ только в интервале от 0 до 12°С ниже температуры внутреннего воздуха. При более низких температурах поверхностей достаточно знать, находятся ли их фактические значения за уровнем точки росы при нормативной влажности. Другими словами, рассматриваемый значимый интервал, в котором представляет интерес количественное определение температур поверхности, можно положить следующим:

$$\begin{gathered} t_{возд} \in \{+10 - +30\}\ ^{\circ}C, \\ t_{пов} > t_{возд} - 12\ ^{\circ}C. \end{gathered} \quad (2)$$

Определение значимого интервала величин T_0 и ε.

При обследовании внутренних поверхностей чаще всего имеют дело со следующими материалами: краска неметаллизированная, обои различного типа, штукатурка, материалы клинкерные, кирпичная кладка, полимерные профили, резиновые уплотнения, стекло, древесина, окрашенные полимерные пленки, битумные материалы, кафель, мрамор, гранит и др.

Коэффициенты излучений данных материалов, в соответствии с известными данными [1], [3], находятся в интервале 0,85…0,99, то есть с достаточно высокой точностью можно написать оценку интервала коэффициентов излучения, имеющего практическую значимость:

$$\varepsilon = 0{,}92 \pm 0{,}07. \qquad (3)$$

Соотношение (3) не описывает случай хорошо отражающих поверхностей, например, солнцезащитных пленок, фольги, зеркальных металлических поверхностей и др. При диагностике отражающих поверхностей тепловизионный метод становится трудноприменимым, так как доля сигнала, обусловленная собственным излучением от объекта, становится значительно меньше, чем доля сигнала, содержащаяся в отраженном излучении (см. уравнение (1)). Более того, в данном случае обычно наблюдается сильная зависимость T_0 от угла обзора, связанная с зеркальным характером отражения от поверхностей. В рамках настоящей статьи отражающие поверхности рассматривать не будем, и ограничимся случаем, описываемым (3).

Теперь оценим величины температуры отраженного излучения T_0 в помещении. Естественно, что температура отраженного излучения в первую очередь определяется температурой поверхностей помещения и равна ей, если все поверхности имеют одинаковую температуру. В этом случае для ее определения можно просто измерить температуру в какой-либо одной точке поверхности. В реальности поверхности могут иметь различную температуру и каждый участок поверхностей в той или иной степени вносит вклад в отраженное излучение на обследуемом участке. В этом случае температура отраженного излучения может быть определена только с помощью достаточно сложных измерений и вычислений, что трудно реализуется на практике. По этой причине сделаем оценки величины температуры отраженного излучения по отношению к температуре внутреннего воздуха $t_{возд}$, которая практически всегда имеет постоянное значение по большей части объема помещения и может быть достаточно просто измерена.

Если помещение не вентилируется, абсолютно теплоизолировано и не содержит отопительных приборов, то температура поверхностей стен, как и температура отраженного излучения в любой точке, равна температуре воздуха, так как воздух и поверхности стен находятся между собой в тепловом равновесии. На практике за счет теплопотерь через стены, инфильтрации воздуха, источников тепла и других факторов эти температуры отличаются одна от другой.

Рассмотрим сначала влияние инфильтрации. Пусть помещение вентилируется наружным воздухом с однократным воздухообменом; отопительных приборов и других источников тепла кроме стен в помещении нет, а подогрев воздуха производится за счет взаимодействия его со стенами, полом и потолком.

Для определенности рассмотрим помещение размерам 3×4 м с высотой потолка 3 м. В данном случае в помещение поступает 36 $м^3$/ч воздуха.

Пусть температура всех участков внутренней поверхности помещения и соответственно температура T_o для них равны 20°С, а температура наружного воздуха равна -20°С. В данном случае на подогрев воздуха расходуется 333 Вт. Будем считать, что воздух нагревается к выходу из помещения до температуры, близкой к 20°С, равномерно обтекая все поверхности.

Коэффициент теплоотдачи внутренних поверхностей составляет 8,7 Вт/$м^2$/К по СНиП 23-02, из которых 5,3 Вт/$м^2$/К при-

ходится на лучистую составляющую для поверхности с ε = 0,92, а коэффициент конвективной теплоотдачи в результате составляет соответственно 3,4 Вт/м^2/К. Умножив коэффициент конвективной теплоотдачи на сумму площадей поверхностей, получаем суммарную конвективную теплоотдачу поверхностей 224 Вт/К.

Отношение этих двух значений 333 Вт и 224 Вт/К позволяет определить, что в данном помещении температура воздуха в среднем будет ниже температуры поверхностей на величину около 1,5°С. Данная величина будет варьироваться в зависимости от температуры наружного воздуха, геометрических параметров помещения, воздухообмена и иных факторов. Обобщая, можно заключить, что инфильтрация приводит к превышению T_o относительно температуры воздуха на величину порядка от одного до нескольких °С.

Рассмотрим второй фактор, влияющий на отличие T_o от температуры воздуха – неравномерность температуры поверхностей вследствие наличия теплопотерь через ограждающие конструкции и установки отопительного прибора. Ограничимся случаем, в котором наружная стена рассматриваемого помещения размерами 3×3 м имеет приведенное сопротивление теплопередаче 3 К·м^2/Вт и содержит окно площадью 1/6 площади пола [4], то есть 2 м^2. Приведенное сопротивление теплопередаче окна возьмем 0,5 К·м^2/Вт. Будем также считать, что теплопередача через внутренние стены и перекрытия несущественна, а их температуры положим также равными 20°С. Наружную температуру, как и ранее, примем равной -20°С. Примем также, что теплопотери на инфильтрацию и трансмиссионные теплопотери через наружную стену компенсируются отопительным прибором размерами 1×0,6 м с температурой 60°С, расположенным под окном, то есть различие между T_0 и температурой воздуха обусловлены только конвективным теплообменом внутри помещения. Данное различие будет иметь место также в случае отсутствия инфильтрации.

Исходя из выбранных значений температур и сопротивлений теплопередаче средние значения температур поверхностей ограждений составят 10,8°С для окна и 18,5°С для наружной стены. Принимаем коэффициент излучения наружных ограждений в соответствии с (3) равным 0,92. С учетом многократного переизлучения от внутренних стен и наполнения эффективный коэффициент излучения остальных поверхностей будем считать близким к ε=1 [5], [6]. Исходя из данных величин можно получить, что имеет место постоянный поток лучистого тепла от комнаты к наружной стене, величина которого составляет 147 Вт. При этом имеется обратный поток лучистого тепла от отопительного прибора потоком 154 Вт. Разница между двумя данными потоками компенсируется конвективным теплопереносом от внутренних поверхностей (суммарная конвективная теплоотдача 194 Вт/К). В результате в рассматриваемом примере разница между осредненной температурой отраженного излучения T_o, поступающего на поверхность наружной стены, и температурой воздуха оказывается несущественной и составляет (154-147)/194≈0,04°С.

Если бы нагревательный прибор был слабо излучающим (например, покрыт алюминиевой фольгой или выполнен значительно более компактным, чем в рассматриваемом примере), то компенсация потока лучистого тепла от внутренних стен к наружным ограждениям уменьшается и в пределе имеем поток тепла в 147 Вт. Данный поток тепла компенсируется конвекцией воздуха и реализуется при средней температуре воздуха в помещении на величину около 0,8°С выше, чем температура поверхностей и температура T_o.

Полученная разница температур будет возрастать по мере снижения теплозащитных свойств оболочки, а также если помещение будет содержать более чем одну стену, относящуюся к наружным ограждениям.

Исходя из рассмотренных примеров в качестве оценки можно заключить, что T_o может быть определена как температура воздуха в помещении и точность такого

приближения составляет около полутора градусов:

$$t_0 = T_0 - 273 = t_{возд} \pm 1{,}5°C. \qquad (4)$$

Отметим, что (4) применимо только для шероховатых участков ограждающих конструкций, отраженное излучения которых рассеивается во все стороны. Для зеркальных поверхностей, к которым относятся различные лаки, стекла, полимерные покрытия, может наблюдаться разброс T_o от участка к участку, значительно превосходящий диапазон (4). Данный разброс для зеркальных поверхностей обусловлен тем, что при различных углах обзора в поле зрения в виде отражения попадают различные объекты из помещения, к которым относятся осветительные, отопительные, бытовые и иные приборы и оборудование, люди, животные. Более того, естественный градиент температуры в помещении от пола до потолка может достигать нескольких градусов, что также будет приводить к зависимости T_o от участка зеркальной поверхности.

Анализ точности измерения температуры поверхности.

Выражения (2)....(4) представляют собой условия проведения внутренней тепловизионной съемки в помещениях, имеющих шероховатые поверхности, и определяют точность задания параметров, которая неизбежно влияет на точность получаемых результатов. При этом условие (3) позволяет не проводить измерение коэффициента излучения поверхностей, а (4) не проводить измерение температуры отраженного излучения, ограничиваясь вместо этого измерением температуры воздуха. Соотношение (4) позволяет также определять температуру воздуха по термограммам на основе измерения температур поверхностей внутренних стен и предметов интерьера, удаленных от нагревательных приборов и холодных поверхностей.

Проанализируем теперь получаемые погрешности измерений, обусловленные указанными неточностями задания параметров. Для этого в уравнении (1) воспользуемся величинами $\Delta\varphi(T)$, рассчитанными для прямоугольного ступенчатого спектра пропускания оптики тепловизора в диапазоне 8…14 мкм.

Ограничимся случаем температуры внутри помещения +20°С и -20°С снаружи, а также коэффициентом теплоотдачи поверхности 8,7 Вт/м^2/К по СНиП 23-02. Расчет проведем для различных сопротивлений теплопередаче участков поверхностей за счет неоднородности теплоизоляции, что приводит к различным температурам на участке внутренней стороны ограждения.

На рис. 1 представлен график зависимости этой температуры участка поверхности от сопротивления теплопередаче при температуре внутреннего воздуха +20°С и наружного -20°С. Также на графике горизонтальной штриховой линией отмечена величина температуры точки росы при относительной влажности внутреннего воздуха 55% и температуре +20°С.

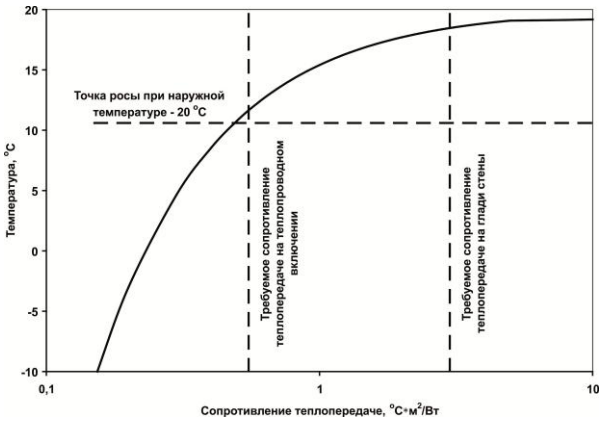


Рис. 1

Вертикальными штриховыми линиями отмечены минимальные значения сопротивлений теплопередаче, соответствующие условию не выпадения конденсата при наружной температуре -25°С (температура холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 для Москвы по СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99*), и требуемое сопротивление теплопередаче глади стены по СНиП 23-02.

На рис. 2 представлены графики зависимости ошибок измерения участка поверхности наружных ограждений при рас-

сматриваемых условиях в случае, если температуру отраженного излучения в тепловизоре задавали по температуре внутреннего воздуха $t_{возд}$ = 20°С, а коэффициент излучения задали равным ε =0,92.

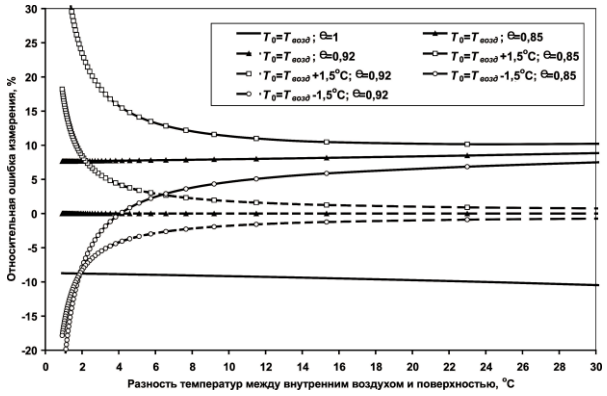


Рис. 2

Приборная погрешность тепловизора положена равной нулю, а истинные значения коэффициента излучения и температуры отраженного излучения могут отличаться от заданных в диапазонах (3), (4). По оси абсцисс отложена разница температур между внутренним воздухом и участком поверхности. Максимальное ее значение соответствует сопротивлению теплопередаче ограждения 0,15, а минимальное – 5 К·м^2/Вт. По оси ординат отложена относительная ошибка измерения, определенная отношением разницы между измеренной и истинной температурой к разности между температурой поверхности и температурой внутреннего воздуха. Используемая разница температур воздуха и поверхности соответствует не только переохлаждению поверхности, но и также характеризует плотность теплового потока через ограждения. В результате кривые на рис. 2 и далее на рис. 3 могут также использоваться для оценки погрешности определения теплового потока через ограждения, установленного на основе данной разницы температур.

На рисунке приведены три группы кривых, различающихся по типам. Сплошные линии с маркерами соответствуют ошибкам, при которых фактические значения коэффициента излучения ниже заданного. Штриховые линии с маркерами – соответствуют заданному, сплошная линия без маркеров – выше заданного. Разные линии в группах соответствуют различным отклонениям истинного значения T_o от температуры внутреннего воздуха, соответствующим условию (4). При этом, если истинное значение коэффициента излучения равно единице, то зависимость от фактического значения T_o пропадает и линии сливаются (нарисована одна сплошная линия).

Данные на рис. 3 представлены также в виде групп кривых при заданном в тепловизоре значении коэффициента излучения, равном единице. Сплошные линии соответствуют истинному значению коэффициента излучения, равному 0,85, штриховые – 0,92. При истинном значении коэффициента излучения, равном единице, показания тепловизора и истинная температура совпадают вне зависимости от T_o.

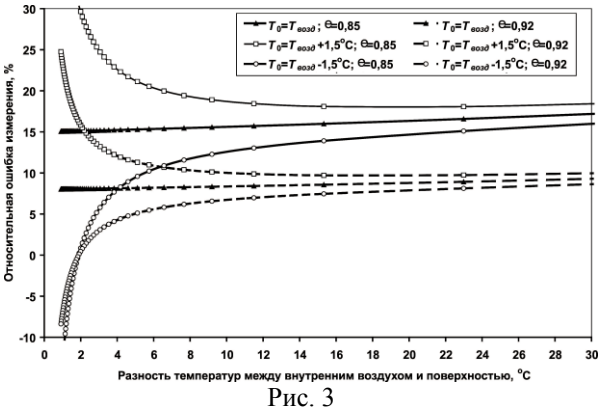


Рис. 3

При коэффициентах излучения, меньших единицы, зависимость погрешности от истинного значения T_o существует и показана кривыми на рис. 3. Из данных на графике можно видеть, что при достаточно больших перепадах температур между участком поверхности и внутренним воздухом ошибка измерения для сплошных линий находится на уровне 15%, а для штриховых – на уровне 8%; при этом практически во всех значимых случаях тепловизор не занижает значения температур по отношению к истинному значению. Нетрудно заметить, что данные отклонения достаточно хорошо согласуются с оценочной формулой (Д.1) действующего ГОСТ Р 54852–2011. Здания и сооружения. Метод тепло-

визионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций.

Если сравнить данные на рис. 2 и 3, можно отметить, что область погрешностей при задании в настройках тепловизора коэффициента излучения, равным 0,92, несколько больше, чем при задании, равном единице. В совокупности со знакопостоянными ошибками и отсутствием необходимости измерения T_o делает такой метод задания коэффициента излучения ($\varepsilon = 1$) в ряде случаев более предпочтительным.

Из данных, приведенных на графиках, можно сделать следующие выводы:

- если заданный коэффициент излучения окажется ниже его истинного значения, то в большинстве случаев, кроме малой разницы между температурой воздуха и температурой поверхности, измерения приводят к занижению измеренной температуры относительно истинного значения. Например, при фактическом значении коэффициента излучения, равном единице, ошибка измерения слабо зависит от разности температур и находится на уровне минус 9% (см. сплошную кривую на рис. 2);

- если заданный коэффициент излучения выше истинного, то измерения, как правило, приводят к завышению температуры. При этом если T_o задана верно, то ошибка измерения практически постоянна и находится на уровне 8%;

- при правильном задании коэффициента излучения, но отклонении истинного значения T_o от температуры воздуха, существенные ошибки возникают только при малой разнице температур между внутренним воздухом и поверхностью и достигают 10% и более (на уровне десятых долей градуса);

- наибольшие ошибки в относительной величине достигаются при занижении значения T_o и завышении величины коэффициента излучения, особенно в области малых перепадов температуры между поверхностью и внутренним воздухом, достигая при этом 30% и более.

- фактически в рамках выбранных условий 20°С внутри помещения и -20°С снаружи, области, ограниченные линиями, представляют собой области погрешностей тепловизионного метода при съемке внутренних шероховатых поверхностей наружных ограждений с учетом неопределенностей задания величин коэффициента излучения и температуры отраженного излучения;

- необходимость задания в настройках тепловизора или при компьютерной обработке T_o отпадает, если задается значение коэффициента излучения, равное единице.

В заключение следует отметить, что величины погрешностей, представленные на рис. 2 и рис. 3, были получены на основе точного решения уравнения энергетического баланса на приемнике излучения (1). Полученные результаты достаточно хорошо согласуются с более общими оценками погрешностей при определении температурных полей тепловизионным методом, приведенными в работах [7], [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Дроздов В.А., Сухарев В.И.* Термография в строительстве. – М.: Стройиздат. 1987.

2. *Вавилов В.П., Лариошина И.А.* Методические погрешности тепловизионного энергоаудита строительных сооружений // Вестник науки Сибири. – 2012, №5 (6). С. 49…53.

3. *Госсорг Ж.* Инфракрасная термография. Основы, техника, применение. – М.: Мир. 1968.

4. *Ливчак И.Ф., Наумов А.Л.* Вентиляция многоэтажных зданий. – М.: АВОК-ПРЕСС. 2005.

5. *Брамсон М.А.* Инфракрасное излучение нагретых тел. – М.: Наука. 1964.

6. *Левин Е.В., Окунев А.Ю., Умнякова Н.П., Шубин И.Л.* Основы современной строительной термографии. – М.: НИИСФ РААСН. 2012.

7. *Левин Е.В., Окунев А.Ю.* Исследование точности измерений температуры на основе анализа энергетического баланса на приемнике излучения ИК-прибора // Измерительная техника. – 2015, №5. С. 48…52.

8. *Левин Е.В., Окунев А.Ю.* Влияние погрешностей задания внешних рабочих параметров на точность измерения температуры инфракрасным методом // Измерительная техника. – 2016. №1.

REFERENCES

1. Drozdov V.A., Suharev V.I. Termografija v stroitel'stve. – M.: Strojizdat. 1987.

2. Vavilov V.P., Larioshina I.A. Metodicheskie pogreshnosti teplovizionnogo jenergoaudita stroitel'nyh sooruzhenij // Vestnik nauki Sibiri. – 2012, №5 (6). S.49…53.

3. Gossorg Zh. Infrakrasnaja termografija. Osnovy, tehnika, primenenie. – M.: Mir. 1968.

4. Livchak I.F., Naumov A.L. Ventiljacija mnogojetazhnyh zdanij. – M.: AVOK-PRESS. 2005.

5. Bramson M.A. Infrakrasnoe izluchenie nagretyh tel. – M.: Nauka. 1964.

6. Levin E.V., Okunev A.Ju., Umnjakova N.P., Shubin I.L. Osnovy sovremennoj stroitel'noj termografii. – M.: NIISF RAASN. 2012.

7. Levin E.V., Okunev A.Ju. Issledovanie tochnosti izmerenij temperatury na osnove analiza jenergeticheskogo balansa na priemnike izluchenija IK-pribora // Izmeritel'naja tehnika. – 2015, №5. S. 48…52.

8. Levin E.V., Okunev A.Ju. Vlijanie pogreshnostej zadanija vneshnih rabochih parametrov na tochnost' izmerenija temperatury infrakrasnym metodom // Izmeritel'naja tehnika. – 2016. №1.

Рекомендована Ученым советом НИИСФ РААСН. Поступила 15.05.16.

УДК 504.75

К ВОПРОСУ ОБ ОСЛАБЛЕНИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН ОГРАЖДАЮЩИМИ КОНСТРУКЦИЯМИ ЗДАНИЙ

TO THE QUESTION OF THE WEAKENING OF ELECTROMAGNETIC WAVES ENCLOSING STRUCTURES OF BUILDINGS

В.Н. КУПРИЯНОВ, Р.И. ШАФИГУЛЛИН
V.N. KUPRIYANOV, R.I. SHAFIGULLIN

(Казанский государственный архитектурно-строительный университет)
(Kazan State University of Architecture and Engineering)
E-mail: kuprivan@kgasu.ru; mailram@yandex.ru

Рассмотрены характеристики ослабления электромагнитных волн радиочастотного диапазона от внешних источников связи (сотовой связи, телевидения, радиосвязи) ограждающими конструкциями здания. Приводятся результаты экспериментальных исследований "глухих" (из каменных материалов) и светопрочных (стекла и стеклопакетов) ограждающих конструкций. Выявлены зависимости степени ослабления электромагнитных волн от параметров и состояния ограждающих конструкций.

Characteristics of weakening of electromagnetic waves of the radio-frequency range from external sources of communication (cellular communication, television, a radio communication) are considered by the guarding constructions of the building. Results of the pilot studies of "deafs" (from stone materials) and light resistant (glass and double-glazed windows) the guarding constructions are given. Dependences of a level of weakening of electromagnetic waves on parameters and a status of the guarding constructions are revealed.

Ключевые слова: электромагнитные волны, ограждающие конструкции, измерение, ослабление электромагнитных волн.

Keywords: electromagnetic waves, walling, measurement, attenuation of electromagnetic waves.

В настоящее время получили широкое развитие электронные системы мобильной связи и телекоммуникаций, включая сотовую связь, мобильный интернет, спутниковую связь, телевидение, радиовещание и др. В связи с этим обеспечение электромагнитной безопасности для жителей современных городов становится наиболее актуальным. Медицинские исследования свидетельствуют о негативном воздействии электромагнитного излучения на организм человека [1], [2]. Для обеспечения экологически безопасных условий в помещениях жилых зданий, находящихся под воздействием внешних источников электромагнитного излучения, необходимо иметь характеристики поглощения электромагнитных волн различными системами ограждающих конструкций.

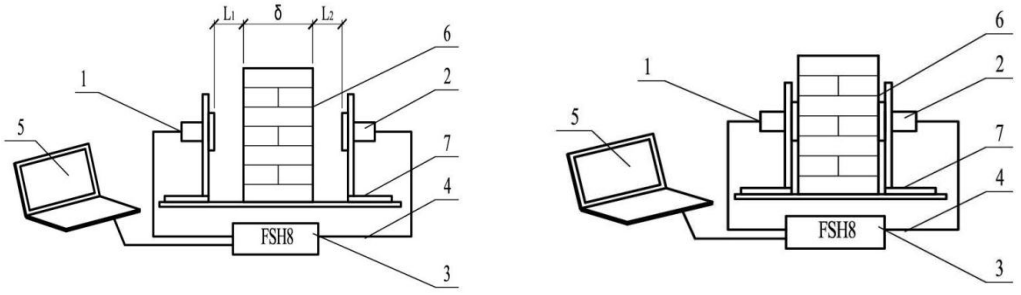
В работе исследованы каменные и светопрозрачные ограждающие конструкции. Экспериментальные работы выполнялись в радиочастотном диапазоне электромагнитных волн от 1…8 ГГц. Данный диапазон частот наиболее распространен в городской среде. Примером этих частот являются следующие типы сетей сотовой связи: DCS1800 (1,8ГГц), GSM1900 (1,9 ГГц), UMTS (2,1 ГГц), Wi-Max (2,5 ГГц), Wi-fi (2,45 и 5 ГГц) и др.

Для оценки уровня защитных свойств ограждающих конструкций используется специальный показатель, называемый "коэффициент ослабления К", который представляет логарифмическую относительную величину, измеряемую в децибелах (дБ = 0,1Б). Знак минус перед коэффициентом означает уменьшение мощности сигнала, прошедшего через ограждение [3]:

$$K = 10\lg\left(\frac{A_0}{A_к}\right) = 10\log_{10}\left(\frac{A_0}{A_к}\right) \text{ дБ.} \quad (1)$$

Здесь A_o – уровень сигнала падающей ЭМ волны; $A_к$ – уровень сигнала ЭМ волны после прохождения препятствия.

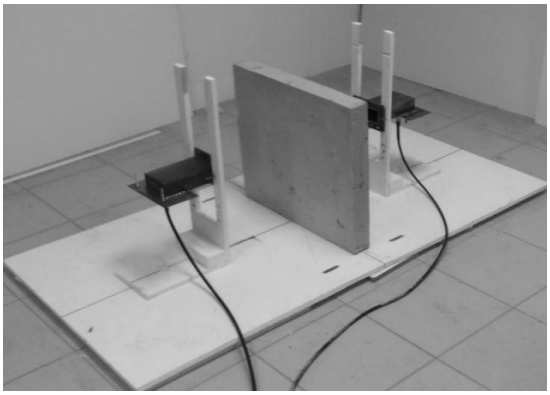
Для экспериментов использовали векторный анализатор спектра электромагнитных частот различных диапазонов FSH8 фирмы ROHDE & SCHWARZ. Векторный анализатор спектра снабжен антенным излучателем электромагнитных волн и приемной антенной. Прибор FSH8 обеспечивает генерацию и анализ электромагнитных волн в широком диапазоне частот. Схема экспериментальной установки с расположением антенн на расстоянии (а) и с расположением вплотную к испытуемому образцу (б) (1 – антенна-генератор; 2 – антенна-приемник; 3 – анализатор волн FSH8; 4 – коаксиальные кабели; 5 – компьютер; 6 – исследуемый образец; 7 – стенд) представлена на рис. 1.



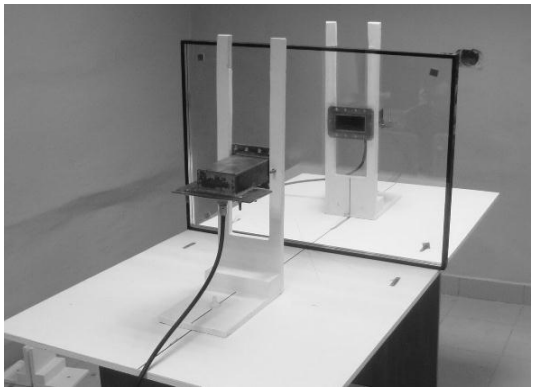
а) б)

Рис. 1

Эксперимент заключается в воздействии электромагнитной волны, исходящей из антенны-генератора 1 на испытуемый образец 6 и регистрация прошедшего через образец сигнала антенной-приемником 2. На рис. 2 показано фото экспериментальной установки с образцом из бетона (а) и стеклопакетом (б).



а)



б)

Рис. 2

Результаты измерения фиксируются на экране компьютера в виде зависимости коэффициента ослабления К от частоты в заданном диапазоне частот (рис. 3).

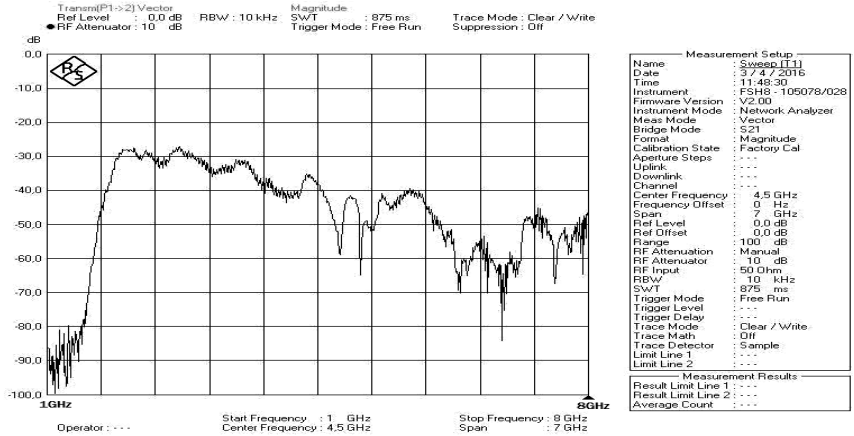


Рис. 3

Были испытаны наиболее распространенные стеновые материалы: газобетонные блоки, деревянные бруски (сосна), керамический полнотелый кирпич (кладка на цементно-песчаном растворе) и монолитный железобетон с арматурной сеткой 12 мм класса А400. Для проведения экспериментов размеры образцов приняты 500×500 мм.

В процессе экспериментов изучали зависимость коэффициента ослабления К от условий прохождения электромагнитной волны через образец материала (испытательные схемы по рис. 1-а и 1-б). При испытании по схеме рис. 1-б ослабление электромагнитной волны происходит только за счет ее прохождения через испытываемый образец. При испытании по схеме рис. 1-а электромагнитная волна теряет свою энергию и за счет прохождения двух воздушных "прослоек" L_1 и L_2.

Другой задачей эксперимента было установление зависимости коэффициента ослабления К от вида стенового материала и от толщины образцов для одного и того же материала. Из данных рис. 4 (сравнительные результаты коэффициентов ослабления, определенных при испытаниях, для основных стеновых материалов (при толщине 100 и 120 мм)) следует, что при равных толщинах образцов наибольший защитный эффект (наибольшая величина К) имеют образцы из железобетона и кирпичной кладки. С увеличением толщины образца их защитные свойства возрастают линейно (рис. 5 – коэффициенты ослабления электромагнитных волн в зависимости от толщины образцов).

Рис. 4

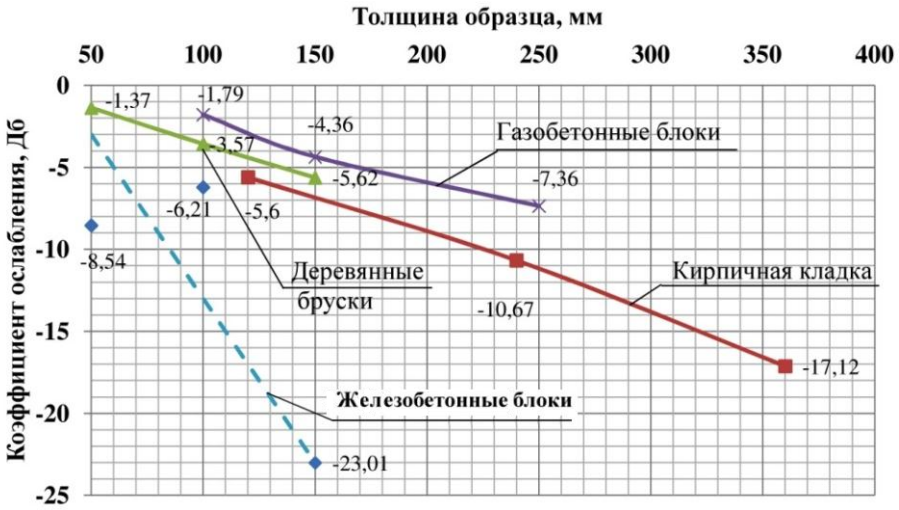


Рис.5

Образцы из железобетона, газобетона и кирпичной кладки готовили непосредственно в лаборатории, следовательно, в начальном возрасте образцы имели большое количество воды затворения. С увеличением возраста образцов их влажность снижалась, что отражалось на результатах измерений коэффициента ослабления. В связи с этим был поставлен специальный эксперимент по измерению защитных свойств материалов при изменении влажности образцов. На рис. 6 представлены результаты измерений коэффициента ослабления К в зависимости от возраста образцов после изготовления.

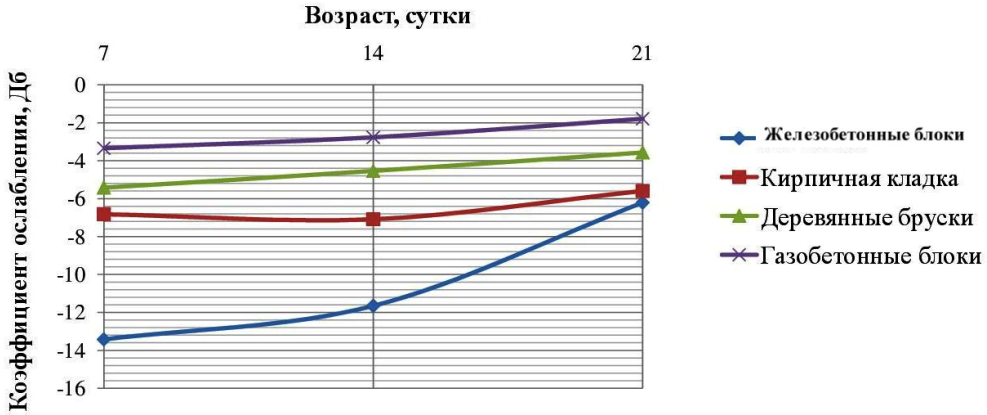


Рис.6

Анализ данных рис. 6 свидетельствует о том, что защитные свойства ограждающих конструкций возрастают с увеличением их влажности, следовательно, влажностное состояние ограждающих конструкций в эксплуатации требует учета.

Значительную часть площади фасадов зданий составляют светопрозрачные конструкции окон и витражей. В связи с этим не менее важной задачей является оценка защитных свойств светопрозрачных конструкций. Современные светопрозрачные конструкции представляют собой как отдельные стекла, так и стеклопакеты с различным количеством камер. В целях повышения теплозащитных характеристик светопрозрачных конструкций используют стекла с различными покрытиями и различного состава, различные конструкции стеклопакетов. До настоящего времени защитные свойства светопрозрачных конструкций остаются неизученными. В табл. 1 представлены коэффициенты ослабления К (по схеме испытания на рис. 1-б) нескольких стеклопакетов и отдельных стекол.

Таблица 1

№ п/п	Марка стеклопакета	Коэффициент ослабления, дБ
1	Однокамерный стеклопакет толщиной 32 мм 8SrVision60T / 18ChrUl 704 / 6M1T (мультифункциональное стекло Stopray Vision-60T толщиной 8мм / алюминиево-пластиковая рамка Chromotek Ultra толщиной 18 мм / закаленное стекло толщиной 6 мм)	-25,37
2	Однокамерный стеклопакет толщиной 32 мм 8MatClearT / 18Chrul 704 / 6M1Em (матовое стекло химического травления M1 Matelux толщиной 8 мм/ алюминиево-пластиковая рамка Chromotek Ultra толщиной 18 мм / обычное стекло толщиной 6 мм, покрытое эмалитом)	-2,39
3	Одинарное стекло толщиной 6 мм 6M1Em (обычное стекло, покрытое эмалитом)	-2,34
4	Одинарное стекло толщиной 4 мм 4M1 (обычное стекло)	-1,46

Из табл. 1 можно сделать вывод, что одинаковые по конструкции стеклопакеты, но с разными типами стекол, могут иметь коэффициенты ослабления электромагнитного излучения, различающиеся до 10 раз.

Оценка защитных свойств светопрозрачных ограждающих конструкций требует самостоятельного исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гульбин В.Н., Михеев В.А., Колпаков Н.С., Александров Ю.К., Поливкин В.В.* Материалы для защиты среды обитания человека от влияния электромагнитных излучений // Технологии ЭМС. – 2013, №2 (45). С.18…25.

2. *Куприянов В.Н., Шафигуллин Р.И.* Экологическая безопасность городской среды при воздействии электромагнитных полей // Известия КГАСУ. – 2015, №1(31). С.171…179.

3. *Куприянов В.Н., Морозов О.Г., Насыбуллин А.Р., Шафигуллин Р.И.* К исследованию ослабления электромагнитных волн ограждающими конструкциями зданий // Поволжский научный журнал. – 2016, №1. С.38…45.

REFERENCES

1. Gul'bin V.N., Miheev V.A., Kolpakov N.S., Aleksandrov Ju.K., Polivkin V.V. Materialy dlja zashhity sredy obitanija cheloveka ot vlijanija jelektromagnitnyh izluchenij // Tehnologii JeMS. – 2013, №2 (45). S.18…25.

2. Kuprijanov V.N., Shafigullin R.I. Jekologicheskaja bezopasnost' gorodskoj sredy pri vozdejstvii jelektromagnitnyh polej // Izvestija KGASU. – 2015, №1(31). S.171…179.

3. Kuprijanov V.N., Morozov O.G., Nasybullin A.R., Shafigullin R.I. K issledovaniju oslablenija jelektromagnitnyh voln ograzhdajushhimi konstrukcijami zdanij // Povolzhskij nauchnyj zhurnal. – 2016, №1. S.38…45.

Рекомендована Ученым советом НИИСФ РААСН. Поступила 15.05.16.

УДК 697.134

К МЕТОДИКЕ РАСЧЕТА ВЛИЯНИЯ ВЕТРОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ ЗДАНИЙ

METHODS FOR CALCULATING THE INFLUENCE OF WIND EFFECTS ON AIR MODE OF BUILDINGS

В.Г. ГАГАРИН, С.В. ГУВЕРНЮК, А.С. КУБЕНИН, П.П. ПАСТУШКОВ, В.В. КОЗЛОВ
V.G. GAGARIN, S.V. GUVERNYUK, A.S. KUBENIN, P.P. PASTUSHKOV, V.V. KOZLOV

(Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук, НИИ механики МГУ им. М. В. Ломоносова)
(Research Institute of Building Physics of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Research Institute of Mechanics of Moscow State University named after M.V. Lomonosov)
E-mail: gagarinvg@yandex.ru; guv@mail.ru; kube-n@mail.ru; pavel-one@mail.ru

Рассмотрены методические вопросы расчета инфильтрации наружного атмосферного воздуха в зданиях башенного типа с учетом распределений ветрового давления на ограждающие конструкции. Предложен обобщенный эмпирический закон фильтрации воздуха через закрытые оконные и дверные блоки. Это позволило свести многомерную систему нелинейных балансовых уравнений воздушного режима к одному алгебраическому уравнению с одним неизвестным. Рекомендованы способы определения распределений наружного ветрового давления. Разработанная математическая модель позволяет эффективно анализировать влияние различных факторов на формирование воздушного режима зданий, используя полученное в работе аналитическое представление балансового функционала суммарного расхода воздуха.

The methodological problems of calculating the infiltration of outdoor air into the building tower based on wind pressure distributions on the building envelope. A generalized empirical law of the air filtering through the closed window and door frames. It is possible to reduce a multi-dimensional system of nonlinear balance equations cart-stifling regime to a single algebraic equation with one unknown. Recommended methods for determining the distribution of external wind pressure. The developed mathematical model can effectively analyze the impact of various factors on the formation of a cart-stifling regime of buildings, using the obtained in the analytical representation of the functional totalized flow.

Ключевые слова: воздушный режим здания, инфильтрация воздуха, гравитационный напор, ветровое давление, законы фильтрации.

Keywords: air mode of the building, air infiltration, gravitational pressure, wind pressure, laws of filtering.

Вопросы прогнозирования воздушного режима зданий [1] являются одними из основных при проектировании вентиляционных и отопительных систем для создания качественной воздушной среды в жилых [1], [2] и производственных [3] помещениях, а также при решении вопросов обеспечения энергоэффективности систем отопления [4], [5]. Современные методы расчетов инфильтрационной составляющей воздушного режима зданий [6…10] предполагают решение полной системы уравнений воздушных балансов всех помещений, сообщающихся через узлы ненулевой возду-

хопроницаемости между собой и с наружной атмосферой. В случае применения навесных фасадных систем (НФС) расчет воздушного и теплового баланса должен также включать определение скорости воздушных потоков в вентилируемой воздушной прослойке между внешним утеплителем и проницаемым облицовочным слоем НФС [11].

Ключевым элементом всех математических моделей для расчета воздушного режима помещений является выбор законов фильтрации, связывающих перепад давления с расходом воздуха через проницаемые элементы конструкции. Для широко применяемых в технике изотропных проницаемых материалов типа тканей, сеток и перфорированных мембран законы проницания достаточно хорошо изучены и отражены в справочной литературе. Как правило, эти законы представлены в виде линейных, квадратичных или линейно-квадратичных зависимостей, что отражает физическую природу гидравлических потерь полного давления фильтрующейся среды (вязкое трение, вихреобразование). Определен также усложненный закон фильтрации для комбинированной проницаемости типа купола парашюта из проницаемого тканого материала с дополнительной конструктивной перфорацией [12]. Вопросы определения законов воздухопроницаемости для типичных строительных конструкций в виде закрытых оконных и дверных блоков более сложны, чем для отмеченных выше материалов с однородным строением проницаемости. В настоящее время в строительных нормах и технических методиках приводятся достаточно отличающиеся и зачастую противоречащие друг другу характеристики воздухопроницаемости строительных материалов и конструкций [1].

Ветровые воздействия на ограждающие конструкции зданий содержат стационарную w_m и пульсационную составляющие. Учитывая нечувствительность воздушного баланса зданий к высокочастотным колебаниям внешних условий, следует принимать во внимание только стационарную составляющую ветрового давления. В нормативном документе СП 20.13330.2011 можно найти необходимые сведения о распределении w_m лишь для отдельно стоящих зданий простейших прямоугольных конфигураций, а для остальных случаев рекомендовано проводить экспериментальные исследования в специальных аэродинамических трубах. Для определения распределений w_m на ограждающих конструкциях комплексов зданий произвольной сложности в настоящее время разработаны достаточно надежные компьютерные технологии, требующие, однако, применения специальных мер контроля достоверности получаемых результатов [13], [14]. Вопросы определения w_m методами аэрофизического и компьютерного моделирования отражены в новом ГОСТе Р 56728–2015.

В настоящей работе рассматриваются методические вопросы прогнозирования воздушного режима зданий.

Постановка задачи

Рассматривается отдельно стоящее здание башенного типа с одним подъездом или одна из секций многоподъездного дома. Каждая квартира условно имеет два воздухопроницаемых узла: дверь с характерной площадью $A_{дв}$ и обобщенное окно с характерной суммарной площадью $A_{ок}$. Окно сообщается с окружающим атмосферным воздухом, дверь – с коридором лифтового холла. Количество квартир на каждом этаже в подъезде равно K, общее количество этажей N. Лестничные клетки, коридоры, лифтовые холлы и лифтовая шахта в совокупности рассматриваются как единый внутренний объем подъезда, сообщающийся с квартирами через дверные блоки. Пренебрегая, для простоты наличием наружной двери на первом этаже и окнами непосредственно на этажах подъезда, не будем также учитывать какие-либо иные дополнительные приточно-вытяжные вентиляционные устройства. При данной схеме вентиляции воздух может проникать в любые помещения только через окна и двери квартир.

Примем обычное для задач воздушного баланса зданий предположение, что температура воздуха во всех внутренних по-

мещениях подъезда поддерживается на постоянном уровне: $t_в = 20°C$, а снаружи среднее значение температуры $t_н = –2°C$. Соответственно плотность воздуха $\rho_в = 1{,}21$ кг/м^3 внутри помещений и $\rho_н = 1{,}30$ кг/м^3 во внешнем пространстве.

Перетекание воздуха через квартиры из внешнего пространства во внутренний объем подъезда и обратно происходит под действием внешнего по отношению к квартирам перепада давления между оконными и дверными узлами. При этом должен соблюдаться нулевой баланс суммарного массового расхода (G, кг/ч) отдельно для каждой квартиры и внутреннего объема подъезда в целом:

$$G_{дв}(k,n) = G_{ок}(k,n),\ B = \sum_{n=1}^{N}\sum_{k=1}^{K} G_{дв}(k,n) = 0. \quad (1)$$

Здесь n – номер этажа; k – порядковый номер квартиры на каждом этаже, нижние индексы указывают на тип воздухопроницаемого узла – дверь или окно; B – баланс притока/оттока воздуха во внутренний объем подъезда через двери всех квартир.

Все рассматриваемые далее давления следует понимать как избыточные по отношению к наружному атмосферному давлению на уровне основания здания. Обозначим: z, м – координата по высоте над уровнем пола первого этажа; $g = 9{,}8$ м/с^2 – ускорение свободного падения; p_0 – неизвестное давление во внутреннем объеме подъезда на уровне $z = 0$; h – расстояние между этажами; $z_n = (n-0{,}5)\,h$ – характерная высота, на которой находится окно или дверь n-го этажа ($n = 1, 2, \ldots, N$).

Распределение давления $p_в$ во внутреннем объеме подъезда содержит только гравитационную составляющую, а распределение наружного давления $p_н$ на фасадах здания имеет как гравитационную, так и ветровую w_m составляющие:

$$p_в = p_0 - \rho_в\, g\, z,\ p_н = -\rho_н\, g\, z + w_m. \quad (2)$$

При отсутствии ветровой составляющей распределения внутреннего и наружного давлений изменяются по высоте здания линейно, но с различными коэффициентами пропорциональности из-за разности плотностей внутреннего и наружного воздуха, что и обусловливает единственный движущий механизм поддержания постоянной инфильтрации, называемый гравитационным напором [1].

Наличие ветра существенно усложняет ситуацию, поскольку распределение w_m зависит не только от высоты z , но и от ряда геометрических и режимных факторов, таких как форма здания, наличие соседних сооружений, направление, интенсивность и структура настилающего ветра. Упрощающим обстоятельством является то, что расход воздуха через оконные узлы достаточно мал и не влияет на распределение наружного ветрового давления w_m, которое можно брать из независимого расчета обтекания непроницаемого здания заданным ветровым потоком [13], [14]. Система уравнений (1)...(2) будет замкнута, если указан закон проницания, задающий связь между перепадом давления и массовым расходом воздуха через закрытые оконные и дверные блоки.

Закон воздухопроницания

Традиционный метод определения воздухопроницаемости состоит в создании заданных стационарных перепадов давления и измерении объемных расходов воздуха, проникающего через конструкцию целиком или ее представительный фрагмент. В более простых случаях материалов с изотропным строением проницаемости, например, тканей, достаточно ограничиться исследованием малого образца. В текстильной промышленности проницаемость тканых материалов традиционно нормируется по величине секундного объемного расхода воздуха (в литрах) через единицу площади материала при фиксированном значении перепада давления 5 мм вод. ст. = 49 Па. Размерность такой характеристики л/(с·м^2) совпадает с размерностью скорости. Однако в случае оконных и дверных блоков распределение воздухопроницаемости по площади конструкции существенно неравномерное, и это важно учитывать при постановке экспериментов и интерпретации полученных данных. В строительных нормах и технических мето-

диках [1] воздухопроницаемость G_c, кг/(ч·м^2), конструкций определяется как массовый расход воздуха через единицу площади при перепаде давления 10 Па. Используется также коэффициент сопротивления воздухопроницанию R_u с экзотической размерностью м^2·ч Па/кг. По этому вопросу в строительных нормативах и технической литературе содержится немало противоречивых интерпретаций [1].

Анализ многочисленных экспериментальных данных, полученных, в том числе, на специализированном стенде в НИИСФ РААСН, позволяет принять универсальный для различных оконных и дверных блоков эмпирический закон проницания в виде:

$$Q/Q_э = (\Delta p/\Delta p_э)^b , \; Q_э = A\, u_э, \qquad (3)$$

где Q, м^3/ч – объемный расход воздуха через конструкцию, вызванный перепадом давления Δp, Па; A– площадь воздухопроницаемой конструкции, м^2; $u_э$, – эталонная средняя скорость просачивания, м/ч, определяемая экспериментально как удельный объемный расход воздуха м^3/ч·м^2 через единицу площади конструкции для фиксированного эталонного перепада давления $\Delta p_э$ = 50 Па; b = 0,55 – показатель степени.

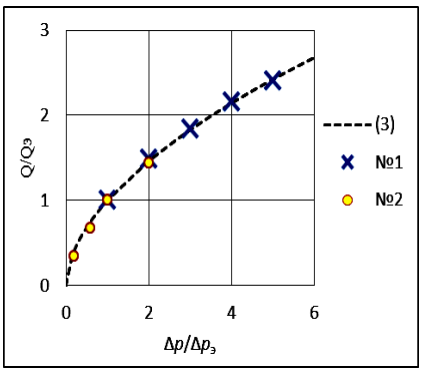


Рис. 1

На рис. 1 показано сравнение зависимости (3) с экспериментальными данными [1] (табл. 1) для двух образцов существенно различных оконных конструкций с условными номерами №1 и №2. Видно, что формула (3) одинаково хорошо описывает закон воздухопроницания как для конструкции №1, так и №2.

Таблица 1

Δp, Па	№1, A=0,57 м^2 Q, м^3/ч	№2, A=1 м^2 Q, м^3/ч
10	-	0,73
30	-	1,44
50	5,98	2,15
100	8,86	3,1
150	10,98	-
200	12,9	-
250	14,4	-

Из (3) получаем выражение для массового расхода G = ρ Q в виде:

$$G = \rho\, A\, u_э\, (\Delta p/\Delta p_э)^b. \qquad (4)$$

Закон воздухопроницания (4) для конкретного оконного или дверного блока задан, если известна средняя скорость проницания $u_э$, м/ч, через данную проницаемую конструкцию при эталонном значении перепада давления $\Delta p_э$=50 Па. Следует подчеркнуть, что объемный расход Q при фиксированном перепаде давления на проницаемой конструкции не зависит от температуры воздуха, а соответствующий массовый расход зависит – из-за влияния температуры на плотность фильтрующегося воздуха. Поэтому воздухопроницаемость оконных и дверных конструкций предпочтительно характеризовать параметром $u_э$, м/ч, а не принятыми в строительных нормах G_c, кг/(ч·м^2), или R_u, м^2·ч Па/кг. Подстановка Δp = 10 Па в выражение (4) выявляет следующую простую связь: G_c = 0,41 ρ $u_э$. Например, одному и тому же значению $u_э$ = 1 м/ч соответствуют разные G_c, кг/(ч·м^2), в зависимости от температуры фильтрующегося воздуха: 0,54 при t = -2°C и 0,49 при t = 20°C.

Балансовый функционал

С учетом соотношений (2), (4) первое уравнение системы (1) позволяет представить массовый расход $G_{дв}$ как функцию лишь одного неизвестного параметра p_0:

$$G_{дв} = \rho_в A_{дв} u_{э\,дв} \left|\frac{w_m - w_g - p_0}{\Delta p_э}\right|^b \operatorname{sign}(w_m - w_g - p_0)\left(1 + \frac{a+c}{2} + \frac{a-c}{2}\operatorname{sign}(w_m - w_g - p_0)\right)^{-b}. \qquad (5)$$

Здесь обозначено:

$$w_g(n) = (\rho_н - \rho_в)(n - 0,5)gh, \quad a = \left(\frac{\rho_в A_{дв} u_{эдв}}{\rho_н A_{ок} u_{э\ ок}} \right)^{1/b}, \quad c = \left(\frac{A_{дв} u_{эдв}}{A_{ок} u_{э\ ок}} \right)^{1/b}.$$

Подстановка выражения для $G_{дв}(k,n)$ из (5) в (1) дает явное выражение для баланса притока/оттока воздуха $B = f(p_0)$ как функцию одного неизвестного параметра p_0 в зависимости от физических параметров и места расположения проницаемых узлов здания. Таким образом, поставленная задача сведена к решению одного алгебраического уравнения с одним неизвестным $B(p_0) = 0$. Если в правую часть этого уравнения добавить выражения для инфильтрации наружного воздуха непосредственно во внутренний объем подъезда через входную дверь и окна на лестничных клетках, то получим аналогичное уравнение для соответствующей обобщенной задачи.

Положительные члены ряда (1) в сумме определяют функционал:

$$I = 0,5\rho_в A_{дв} u_{эдв} \sum_{n=1}^{N} \sum_{k=1}^{K} \left| \frac{w_m(k,n) - w_g(n) - p_0}{(1+a)\Delta p_э} \right|^b (\mathrm{sign}(w_m - w_g - p_0) + 1),$$

характеризующий полный расход инфильтрации I, кг/(ч·м^2), наружного воздуха внутрь здания. Вклад ветрового воздействия учитывается через параметр w_m, который должен определяться из решения независимой задачи о распределении внешнего ветрового давления по фасадам здания. Вопросы назначения конкретных распределений $w_m(k,n)$ и анализ их относительного вклада в воздушный баланс зданий выходят за рамки данной статьи и являются предметом дальнейших исследований.

ВЫВОДЫ

Предложен универсальный закон воздухопроницания через оконные и дверные блоки, содержащий одну эмпирическую константу, не зависящую от температуры фильтрующегося воздуха. В явном виде (с точностью до решения одного алгебраического уравнения с одним неизвестным) получено выражение балансового функционала, характеризующего суммарную инфильтрацию наружного воздуха, что позволяет эффективно анализировать влияние ряда факторов на формирование воздушного и теплового режима зданий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Савин В.К.* Строительная физика: энергоперенос, энергоэффективность, энергосбережение. – М.: Изд-во «Лазурь», 2005.
2. *Малявина Е.Г., Бирюков С.В., Дианов С.Н.* Воздушный режим высотного жилого здания в течение года. Часть 1: Воздушный режим при естественной вытяжной вентиляции // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2004. №8. С. 6…12.
3. *Осмонов Ы.Д., Абдимуратов Ж.С., Шабикова Г.А.* Модель обоснования параметров микроклимата производственных помещений // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015, № 12-10. С. 1767…1769.
4. *Gagarin V., Neklyudov A.Y.* Improving the accuracy of the calculation of thermal capacity of heating systems when designing the buildings with high energy efficiency. // International journal for housing science and its applications. – 2015. Vol. 39. № 2. P. 79…87.
5. *Афонин К.В., Жилина Т.С., Сазонова Е.О.* Энергоэффективный способ создания качественной воздушной среды в жилых помещениях // Фундаментальные исследования. – 2015, № 11. С. 16…20.
6. *Липко В.И., Добросольцева Е.С., Синюкович Е.К.* Теоретические основы моделирования тепломассообменных процессов при инфильтрации наружного воздуха через вентилируемые оконные стеклопакеты // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015, № 7...12. С. 97…101.
7. *Липко В.И., Добросольцева Е.С., Синюкович Е.К.* Методика аэродинамического расчета приточного воздуха по нормативным параметрам при

его инфильтрации через вентилируемые оконные стеклопакеты // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015, № 7...12. С. 101…105.

8. *Мальцев А.В., Сорокин Д.С.* Энергосбережение в многоэтажных жилых зданиях при инфильтрации воздуха через наружную стену // Новый университет. Серия: технические науки. – 2015, № 3-4. С. 87…90.

9. *Caesar Abi Shdid, Chadi Younes* Validating a new model for rapid multi-dimensional combined heat and air infiltration building energy simulation Energy and Buildings. – 2015. Vol. 87. № 1. P. 185…198.

10. *Dayi Lai, Panagiota Karava, Qingyan Chen.* Study of outdoor ozone penetration into buildings through ventilation and infiltration Building and Environment. – 2015. Vol. 93, Part 2. P. 112…118.

11. *Gagarin V.G., Kozlov V.V., Lushin K.I.* Calculation of the velocity of air in the air gap facade systems, where natural ventilation. International Journal of Applied Engineering Research. – V. 10, №23 (2015). P. 43438…43441.

12. *Andronov P. R., Guvernyuk S. V.* The streamline flow around a permeable plate in a plane-parallel channel // Journal of Applied Mathematics and Mechanics. – 2015. Vol.79. №3. P. 270…280.

13. *Исаев С.А., Баранов П.А., Жукова Ю.В. и др.* Моделирование ветрового воздействия на ансамбль высотных зданий с помощью многоблочных вычислительных технологий // Инженерно-физический журнал. – 2014. Т. 87, № 1. С. 107…118.

14. *Гагарин В.Г., Гувернюк С.В., Кубенин А.С.* О достоверности компьютерных прогнозов при определении ветровых воздействий на здания и комплексы // Жилищное строительство. – 2014, № 7. С. 3…8.

R E F E R E N C E S

1. Savin V.K. Stroitel'naja fizika: jenergoperenos, jenergojeffektivnost', jenergosberezhenie. – M.: Izd-vo «Lazur'», 2005.

2. Maljavina E.G., Birjukov S.V., Dianov S.N. Vozdushnyj rezhim vysotnogo zhilogo zdanija v techenie goda. Chast' 1: Vozdushnyj rezhim pri estestvennoj vytjazhnoj ventiljacii // AVOK: Ventiljacija, otoplenie, kondicionirovanie vozduha, teplosnabzhenie i stroitel'naja teplofizika. – 2004. №8. S. 6…12.

3. Osmonov Y.D., Abdimuratov Zh.S., Shabikova G.A. Model' obosnovanija parametrov mikroklimata proizvodstvennyh pomeshhenij // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. – 2015, № 12-10. S. 1767…1769.

4. Gagarin V., Neklyudov A.Y. Improving the accuracy of the calculation of thermal capacity of heating systems when designing the buildings with high energy efficiency. // International journal for housing science and its applications. – 2015. Vol. 39. №2. P.79…87.

5. Afonin K.V., Zhilina T.S., Sazonova E.O. Jenergojeffektivnyj sposob sozdanija kachestvennoj vozdushnoj sredy v zhilyh pomeshhenijah // Fundamental'nye issledovanija. – 2015, № 11. S. 16…20.

6. Lipko V.I., Dobrosol'ceva E.S., Sinjukovich E.K. Teoreticheskie osnovy modelirovanija teplomassoobmennyh processov pri infil'tracii naruzhnogo vozduha cherez ventiliruemye okonnye steklopakety // Aktual'nye napravlenija nauchnyh issledovanij XXI veka: teorija i praktika. – 2015, № 7...12. S. 97…101.

7. Lipko V.I., Dobrosol'ceva E.S., Sinjukovich E.K. Metodika ajerodinamicheskogo rascheta pritochnogo vozduha po normativnym parametram pri ego infil'tracii cherez ventiliruemye okonnye steklopakety // Aktual'nye napravlenija nauchnyh issledovanij XXI veka: teorija i praktika. – 2015, №7...12. S. 101…105.

8. Mal'cev A.V., Sorokin D.S. Jenergosberezhenie v mnogojetazhnyh zhilyh zdanijah pri infil'tracii vozduha cherez naruzhnuju stenu // Novyj universitet. Serija: tehnicheskie nauki. – 2015, № 3-4. S. 87…90.

9. Caesar Abi Shdid, Chadi Younes Validating a new model for rapid multi-dimensional combined heat and air infiltration building energy simulation Energy and Buildings. – 2015. Vol. 87. №1. P. 185…198.

10. Dayi Lai, Panagiota Karava, Qingyan Chen. Study of outdoor ozone penetration into buildings through ventilation and infiltration Building and Environment. – 2015. Vol. 93, Part 2. P. 112…118.

11. Gagarin V.G., Kozlov V.V., Lushin K.I. Calculation of the velocity of air in the air gap facade systems, where natural ventilation. International Journal of Applied Engineering Research. – V. 10, №23 (2015). P. 43438…43441.

12. Andronov P. R., Guvernyuk S. V. The streamline flow around a permeable plate in a plane-parallel channel // Journal of Applied Mathematics and Mechanics. – 2015. Vol.79. №3. P. 270…280.

13. Isaev S.A., Baranov P.A., Zhukova Ju.V. i dr. Modelirovanie vetrovogo vozdejstvija na ansambl' vysotnyh zdanij s pomoshh'ju mnogoblochnyh vychislitel'nyh tehnologij // Inzhenerno-fizicheskij zhurnal. – 2014. T. 87, № 1. S. 107…118.

14. Gagarin V.G., Guvernjuk S.V., Kubenin A.S. O dostovernosti komp'juternyh prognozov pri opredelenii vetrovyh vozdejstvij na zdanija i kompleksy // Zhilishhnoe stroitel'stvo. – 2014, № 7. S.3…8.

Рекомендована Ученым советом НИИСФ РААСН. Поступила 15.05.16.

УДК 372.881.161.1

ФОРМИРОВАНИЕ ДИСКУРСИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОФИЛЯ

FORMATION OF THE DISCOURSE COMPETENCE OF THE STUDENTS OF TEXTILE PROFILE'S SPECIALTIES

М.Н. НИЗАМОВА, З.Ж. АУХАДИЕВА, Л.В.БЕССЧЕТНОВА, С.К. МИЗАНБЕКОВ, Ф.З. СЕИТОВА
M.N. NIZAMOVA, Z.ZH. AUKHADIEVA, L. V. BESCHETNOVA, S. K. MIZANBEKOV, F.Z. SEITOVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)
E-mail: nizamova_mahinur@mail.ru

В статье рассматриваются пути формирования дискурсивной компетенции студентов технологического вуза при реализации технологии развития критического мышления на занятиях профессионального русского языка. Аргументируется эффективность приемов технологии развития критического мышления, применяемых в учебном процессе для развития дискурсивной компетенции будущих специалистов, с целью использования полученных навыков для освоения, анализа и интерпретации научных знаний в дальнейшей профессиональной деятельности.

The article discusses the ways of formation of the discourse competence of students of technological high school in the implementation of technology development of critical thinking at the professional Russian language lessons. It argued the effectiveness of techniques of technology development of critical thinking, which are used in the educational process for the development of discursive competence of the future specialists in order to use their acquired skills for the development, analysis and interpretation of scientific knowledge for the future professional activities.

Ключевые слова: критическое мышление, коммуникативная, дискурсивная компетенции, технология, осмысление, рефлексия.

Keywords: critical thinking, communicative, discursive competences, technology, comprehension, reflection.

Одним из качеств, необходимых современному специалисту, является умение критически мыслить. Именно благодаря способности человека мыслить, решаются трудные задачи, делаются открытия, появляются новые изобретения.

Обучение критическому мышлению в рамках дисциплины "Профессиональный русский язык" подразумевает интегративную связь с профильными дисциплинами и направлено на формирование и развитие у студентов коммуникативной, лингвистической, дискурсивной, социолингвистической, информационной и других видов компетенций, которые имеют большое значение для решения специалистом будущих профессиональных проблем в производственной и деловой сфере. Развитие данных компетенций необходимо для воспитания всесторонне развитого специалиста, умеющего не только работать с научно-технической информацией, анализировать ее различные аспекты, проникать в суть научной информации и сопоставлять различные идеи и точки зрения маститых профессионалов, но и полемизировать на профессиональные темы, аргументировать свою позицию на производстве и в дело-

вом сотрудничестве, обсуждать с коллегами проблемные вопросы и обосновывать собственные и коллективные решения [1]. Важную роль в этих процессах играет дискурсивная компетенция, в состав которой входит осознание коммуникативного намерения – интенции, владение коммуникативными ролями (говорящий и слушающий) при обмене мыслями, идеями, анализе и выводах по предмету обсуждения. Это мобилизует и активизирует предметный, языковой и прагматический компоненты речи в соответствии с заданными темами и ситуациями общения.

Дискурсивная компетенция – способность построения целостных, связных и логичных высказываний разных функциональных стилей в устной и письменной речи на основе понимания различных видов текстов при чтении и аудировании для достижения коммуникативного намерения субъекта речи в определенной ситуации общения; предполагает выбор лингвистических средств в зависимости от типа высказывания.

Структуру дискурсивной компетенции составляют компоненты, включающие умения субъекта осознавать коммуникативное намерение, анализировать коммуникативную ситуацию, выбирать тип текста для достижения коммуникативного намерения, организовывать дискурс в соответствии с канонами конкретного жанра, выстраивать последовательность предложений таким образом, чтобы они составляли единое целое – логически связный текст со всеми присущими ему свойствами [2].

В отличие от текста дискурс представляет собой образец реализации намерения говорящего/пишущего в контексте определенной коммуникативной ситуации. Дискурс обращен к партнеру по общению и реализуется уместными в данной ситуации языковыми и неязыковыми средствами. Именно необходимость создания текста, то есть реализация коммуникативного намерения автора в определенной коммуникативной ситуации, приводит к выводу о том, что единицей обучения должен стать дискурс – текст в ситуации общения [3].

В процессе обучения профессиональному языку формированию дискурсивной компетенции способствует работа над текстами по специальности, на основе которых разрабатываются упражнения, развивающие речевые умения. Речевые упражнения тесно связаны с тремя видами деятельности: умственной (интеллектуальной) – развитие умения формулировать мыслительные образы и утверждения; собственно речевой – развитие умения формировать высказывание; социально-поведенческой – умение взаимодействовать на изучаемом языке, принимая во внимание разнообразные ситуации [3]. При этом эффективно использовать технологию критического мышления, которая проходит в три этапа: вызов, осмысление и рефлексия. На стадии вызова для активизации мыслительной деятельности, для побуждения интереса к получению новой информации и постановки собственных целей обучения можно использовать такие приемы, как "Ассоциация", "Перепутанные логические цепочки", "Мозговой штурм", "Знаю. Хочу узнать. Узнал". На этапе осмысления эффективно применять стратегии "Простые и сложные вопросы", "Дерево решений", "Методика клиники", "Кейс-стади" [4, с. 19...24]. Данные виды работ способствуют развитию умения сравнивать, выделять общие и отличительные черты и особенности предмета, явления или процесса.

На стадии рефлексии целесообразно использовать приемы составления "Кластера", "Синквейна", активизирующие ассоциативные и логические связи. Подобные приемы работы обогащают словарный запас обучающихся, учат формулировать идею текста, подготавливают к краткому пересказу, стимулируют самостоятельную поисковую деятельность студентов, позволяют каждому из них почувствовать себя творцом. Самостоятельность, таким образом, есть первая и, возможно, важнейшая характеристика критического мышления [4]. Например.

1. Стратегия "Мозговой штурм" – при введении новых терминов учащимся предлагается самим сформулировать определение к ним. Тема "*Текстильное материало-*

ведение – это …" – на интерактивной доске демонстрируются картины с надписью: *ткани, трикотаж, нетканые полотна, пряжа;* слова: *строение, свойства, оценка качество, применение.* Вопрос: "Какое слово объединяет данные картины и словосочетания?". Студенты отгадывают слово "текстиль". В результате анализа и синтеза информации, представленной на картинках, они должны придти к выводу, что "*Текстильное материаловедение* – это наука о строении, свойствах, оценке качества текстильных материалов и их применении для изготовления различных видов изделий". Далее, после чтения текста составляются информативные высказывания, в которых разворачивается содержательная информация – сообщения описательного, повествовательного, аргументирующего, анализирующего типа [5].

2. Стратегия "Кластер" используется для введения понятия "Текстильные материалы". Студентам предлагается вокруг данного словосочетания "набросать" слова, словосочетания или предложения, выражающие идеи, факты и образы, связанные ассоциативно или логически с предложенным словосочетанием. Назовите ваши ассоциации к словосочетанию "Текстильные материалы". На основе полученных ранее знаний и в зависимости от степени подготовленности студенты называют слова и словосочетания: *волокна, нити, пряжа, изделия, фабрика, конструктор, модельер, проектирование.* Что представляют собой "Текстильные материалы"? Дайте определение этому термину [6]. Далее термины выписываются из текста, составляется диалог по содержанию текста с использованием данных терминов и тезисы к тексту. Студенты определяют, какой информацией следует дополнить текст и указывают уже известную и новую для них информацию.

3. Прием "Корзина идей, понятий" позволяет выяснить все, что знают или думают студенты по обсуждаемой теме. На интерактивной доске – рисунок или значок корзины. Идет обмен информацией по процедуре: Что известно по определенной проблеме? Записывают все, что знают по теме. Обмен информацией в группах, парах. По прочитанным текстам составляются верификативные высказывания (полемические, убеждающие, опровергающие).

4. Прием "Написание эссе". Смысл этого приема можно выразить следующими словами: "Я пишу для того, чтобы понять, что я думаю". Это свободное письмо на заданную тему, в котором ценится самостоятельность, проявление индивидуальности, дискуссионность, оригинальность решения проблемы, аргументация. На стадии рефлексии можно дать задание – на основе предложенного материала написать статью в научный журнал для студентов технических вузов на тему "Что мы знаем о текстильной промышленности?".

Во всех типах заданий текст выступает как продукт речемыслительной деятельности и как материал для восприятия. Особо подчеркивается значимость функционального и прагматического аспектов в изучении текста как основы поиска оптимального варианта его речевой организации. Каждое упражнение в определенной степени развивает все аспекты дискурсивной компетенции и, следовательно, речевые навыки. Студенты, выполняя данные упражнения, обучаются информировать, сообщать о прочитанном; обращать внимание на конкретную информацию, объяснять, используя профессиональную терминологию; выражать точку зрения, формулировать идеи; выражать одобрение, поддержку; возражать, выражать несогласие, критиковать; настаивать, убеждать, доказывать.

В Ы В О Д Ы

В процессе формирования русскоязычной дискурсивной компетенции посредством технологии развития критического мышления закладывается такое профессиональное качество личности, как умение критически мыслить, для которого характерны открытость, гибкость, рефлексивность, способность самостоятельно находить и отстаивать новые идеи, обосновывать собственный выбор решений и обсуждать результаты своей деятельности. Используемые для этого речевые упражнения способствуют совершенствованию

коммуникативных навыков студентов, необходимых для их будущей профессиональной деятельности.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Сериков В.В.* Обучение как вид педагогической деятельности. – М.: Изд. центр "Академия", 2008.

2. *Головина Н.П.* Формирование дискурсивной компетенции у учащихся старших классов в процессе обучения репродукции и продукции иноязычных письменных текстов: Школа с углубленным изучением языков: Дис. … канд. пед. наук. – Санкт-Петербург, 2004.

3. *Елухина Н.В.* Роль дискурса в межкультурной коммуникации и методика формирования дискурсивной компетенции // Иностранные языки в школе. – 2002, № 3. С. 9…13.

4. *Аяганова Ш.Ж.* Использование технологии критического мышления в учебном процессе // Администратор в казахстанской школе. – 2011, № 1. С. 19…24.

5. *Низамова М.Н.* Профессиональный русский язык. – Алматы: Издательский отдел АТУ, 2013.

6. *Сейденова С.Д., Алматова Н.А.* Профессиональный русский язык. – Алматы: Издательский отдел АТУ, 2013.

7. *Баранова Н.А.* Основы формирования дискурсивной компетенции студентов при обучении иноязычному профессионально-ориентированному общению: Дис. … канд. пед. наук. – Санкт-Петербург, 2008.

8. Источник**:** http://www.hi-edu.ru/e-books/xbook029/01/index.html?part-005.htm

R E F E R E N C E S

1. Serikov V.V. Obuchenie kak vid pedagogicheskoj dejatel'nosti. – M.: Izd. centr "Akademija", 2008.

2. Golovina N.P. Formirovanie diskursivnoj kompetencii u uchashhihsja starshih klassov v processe obuchenija reprodukcii i produkcii inojazychnyh pis'mennyh tekstov: Shkola s uglublennym izucheniem jazykov: Dis. … kand. ped. nauk. – Sankt-Peterburg, 2004.

3. Eluhina N.V. Rol' diskursa v mezhkul'turnoj kommunikacii i metodika formirovanija diskursivnoj kompetencii // Inostrannye jazyki v shkole. – 2002, №3. S. 9…13.

4. Ajaganova Sh.Zh. Ispol'zovanie tehnologii kriticheskogo myshlenija v uchebnom processe // Administrator v kazahstanskoj shkole. – 2011, № 1. S.19…24.

5. Nizamova M.N. Professional'nyj russkij jazyk. – Almaty: Izdatel'skij otdel ATU, 2013.

6. Sejdenova S.D., Almatova N.A. Professional'nyj russkij jazyk. – Almaty: Izdatel'skij otdel ATU, 2013.

7. Baranova N.A. Osnovy formirovanija diskursivnoj kompetencii studentov pri obuchenii inojazychnomu professional'no-orientirovannomu obshheniju: Dis. … kand. ped. nauk. – Sankt-Peterburg, 2008.

8. Istochnik: http://www.hi-edu.ru/e-books/xbook029/01/index.html?part-005.htm

Рекомендована кафедрой государственного и иностранных языков. Поступила 03.06.16.

УДК 372.881.161.1

ДЕРИВАЦИЯ КАК СПОСОБ ОБОГАЩЕНИЯ СЛОВАРЯ СТУДЕНТОВ ТЕРМИНАМИ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

DERIVATION AS A METHOD OF CONCENTRATION OF STUDENT'S VOCABULARY OF TEXTILE TERMS

Л.В. БЕССЧЕТНОВА, М.Н. НИЗАМОВА
L.V. BESCHETNOVA, M.N. NIZAMOVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)
E-mail: mila.0117@mail.ru; nizamova_mahinur@mail.ru

Статья посвящена вопросу обогащения словаря студентов казахского отделения специальности "Технология и конструирование изделий легкой промышленности" терминами текстильной промышленности на заняти-

ях "Профессиональный русский язык". Практическая ценность статьи заключается в том, что авторами описаны теоретические предпосылки терминологической работы на деривационном уровне и приведены примеры заданий, направленных на выявление и активизацию деривационных связей терминов, а также определение их морфемного состава.

The article is devoted to the issue of enriching the vocabulary of students of the Kazakh branch of the speciality "Technology and designing products of light industry" terms of textile production in the discipline "Professional Russian language". Practical value of the article is that the authors described the theoretical background of terminology work on a derivational level and examples of tasks aimed at identifying and activization derivational relations of terms and the definition of their morphemic composition.

Ключевые слова: **термин, дефиниция, морфема, деривационные связи, морфемный анализ.**

Keywords: term, definition, morpheme, derivational links, morphemic analysis.

Организация работы по обогащению терминологического словаря студентов казахского отделения на занятиях "Профессиональный русский язык" продиктована уникальной ролью терминов в языке специальности в силу их понятийно-информационной значимости, требованиями интеграции данной дисциплины с профильными дисциплинами, а также необходимостью развития навыков профессиональной коммуникации будущих специалистов-технологов в условиях двуязычного общения на профессиональном уровне.

"Термины – слова или словосочетания, обозначающие специальные понятия из определенной отрасли знаний или профессиональной деятельности. Основная функция терминов – дефиниция специальных понятий. Совокупность терминов представляет собой понятийный аппарат науки или другой специальной сферы деятельности" [1, с. 487]. "Задача термина заключается в том, чтобы оптимизировать процесс профессионального общения" [2, с. 215].

Активным способом пополнения терминологического запаса студентов является словообразование или семантическая деривация. Изучение деривационных связей терминологических единиц важно потому, что знание их структурных элементов и способов образования способствует усвоению структурно-семантических различий производных терминов, являющихся объектом словообразования, и делает их усвоение терминологии более осознанным.

"Словообразование – образование новых слов на базе существующих с помощью моделей и средств данного языка. Словообразование подчиняется определенным правилам комбинирования морфем с фонетическими и другими преобразованиями на их стыке. Основное теоретическое понятие словообразования – словообразовательная мотивация или производность, то есть выводимость слова от другого слова с тем же корнем. Производные слова могут рассматриваться по их морфемной структуре, а также по связи с производящими единицами" [1, с. 424].

Образование текстильных терминов происходит так же, как и образование слов общеупотребительного языка, по тем же словообразовательным моделям и с помощью тех же словообразовательных аффиксов.

С деривационным уровнем языка тесно связан морфемный уровень; со словообразовательным анализом смыкается морфемный анализ, подразумевающий выделение морфем в терминах, поскольку именно морфемы служат средством образования новых терминологических единиц.

Оперирование терминами обеспечивается системой лексических упражнений, кото-

рая предусматривает: наблюдение за словообразовательными моделями; осмысление семантики и морфемной структуры простых и сложных терминов; проведение морфемного и словообразовательного анализов.

Поскольку форма и значение любого слова неразрывно связаны между собой, необходимо дать студентам понятие о разных структурно-семантических видах терминологических единиц – простые: *уток, букле;* сложные: *органза-крэш, нитепритягиватель;* термины-словосочетания: *атласное переплетение, долевая нить.*

В методических целях целесообразно также указать на соотнесенность терминов с разными частями речи и наличие у терминов таких же морфологических признаков и свойств.

Для наглядной иллюстрации механизмов терминообразования используются словообразовательные модели, которые представляют собой схемы, выявляющие структурные элементы и деривационные связи терминов, когда базовое слово в структуре терминообразовательного гнезда является основой создания новых однословных и неоднословных терминов.

При объяснении содержания схем внимание студентов обращается на процесс образования терминов, выводимость слова от другого слова с тем же корнем; образование словообразовательной пары, словообразовательной цепочки, словообразовательного гнезда. Например [3]:

Метр→	метр**аж** метр**ов**ый→пол**у**метровый дв**ух**метр**ов**ый→двухметров**к**а милли/метр→миллиметр**ов**ый санти/метр→сантиметр**ов**ый
Лен →	льн**ян**ой льн**о**волокно льн**о**завод льн**о**обрабатывающий лен-сыр**ец**

Последующие упражнения могут включать анализ состава терминов и их дефиниций; подбор однокоренных терминов, выявление способов их образования; сопоставление значений терминов в гнездах родственных слов; выявление значений, придаваемых терминам разными аффиксами, составление предложений с употреблением терминов и др.:

– От данных терминов-существительных образуйте термины-прилагательные. Выделите словообразующие морфемы. Образец: хлопок – хлопк**ов**ая, синтетика – синтетич**еск**ая.

Термины: ангора, бархат, вельвет, вискоза, габардин, жаккард, замша, кашемир, кожа, крепдешин, креп, лен, мохер, парча, поплин, твид, фланель, шелк, шифон.

– Определите, какие свойства тканей обозначают данные термины; что общего в их морфемном составе. Приведите дефиниции терминов.

Образец: Гигроскопичность – способность ткани поглощать водяные пары из окружающей атмосферы и удерживать их при определенных условиях.

Термины: пиллингуемость, электризуемость, сминаемость, воздухопроницаемость, износостойкость, осыпаемость, драпируемость, пылеемкость, водоупорность, намокаемость.

– Укажите термины-глаголы, от которых образованы термины-существительные, обозначающие этапы обработки и технологические процессы. Ответьте на вопрос: как называются эти существительные, выделите их суффиксы.

Существительные: очистка, крашение, разрыхление, трепание, вытягивание, сложение, кручение, упаковка, смешение, переработка, изготовление, чесание, выравнивание.

Глаголы: чесать, рыхлить, мешать, трепать, чистить, равнять, сложить, тянуть, крутить, красить, паковать, работать, готовить.

– Образуйте глагольные термины при помощи приставок *с-, за-, при-, на-, об-, вы-, в-* и глагола ***метать.*** Подберите к ним соответствующие дефиниции.

Образец: наметать – временно соединить две детали изделия, наложенные одна на другую.

Дефиниции: проложить стежки по сгибу и по шву, например, по низу платья,

рукава, манжеты; временно закрепить подогнутые края детали, складок, вытачек сметочными стежками; временно соединить мелкую деталь с крупной или неосновную деталь с основной; закрепить обтачанный и вывернутый край с образованием канта, рамки или расположением шва на сгибе; временно соединить две детали по овальному контуру сметочными стежками; обшить срез ткани обметочными стежками.

– Приведите дефиниции сложных терминов-существительных, образованных по способу сложения: целых слов (органза-крэш), основ слов (специзделие), с помощью соединительных гласных (цветосочетание). Сделайте морфемный анализ терминов, составьте с ними предложения.

Образец. Лама-вигонь – самая дорогая ткань в мире, ее название происходит от названия находящегося под угрозой исчезновения вида лам в Перу.

Термины: микропрокладчик, механизм-толкатель, мононить, машина-автомат, лама-вигонь, тепловлагопередача, кард-машина, материаловедение, креп-гранит, гребнечесание, креп-жоржет, хлопкопрядение, теплопроводность, петля-полуавтомат, паропроницаемость, игловодитель.

– Сделайте морфемный анализ сложных терминов-прилагательных, имеющих в составе числительные. Составьте с ними словосочетания. Образец: трехслойные материалы.

Термины: однолинейный, первоклассный, двухполотенный, второсортный, трехслойный, пятицветный, семиполосный, двадцатимиллиметровый, тридцатисантиметровый, сорокаметровый.

– Сделайте морфемный анализ сложных терминов-прилагательных в составе терминологических словосочетаний.

Термины: гребнечесальная машина, ромбовидный зев, гладкокрашеная ткань, цветофактурное решение, триацетатное волокно, разноцветный узор, тонковолокнистые сорта, художественно-колористическое оформление, войлокообразный застил, водонепроницаемое покрытие.

– Образуйте сложные термины-прилагательные способом сложения по образцу: прядильная и крутильная машина – прядильно-крутильная машина.

Термины: проектная и художественная деятельность, функциональные и конструктивные требования, серый и зеленый оттенок, технические и экономические параметры, физические и химические свойства, разрыхлительный и трепальный агрегат.

ВЫВОДЫ

Профессионально-ориентированное обучение русскому языку студентов технологического вуза требует отдельной систематической работы с терминологией выбранной студентами специальности. В процессе пополнения и активизации словаря студентов-технологов терминами в области текстильной промышленности следует уделять большое внимание рассмотрению деривационных связей и морфемного состава терминов, так как деривационное значение, создаваемое словообразовательными аффиксами, уточняет вещественное значение корня и служит лучшему усвоению термина. Кроме того, изучение деривационных связей терминологических единиц совершенствует орфографическую грамотность студентов, развивает лингвистическое чутье и способствует повышению уровня культуры профессиональной речи.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Матвеева Т.В.* Полный словарь лингвистических терминов. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2010.

2. *Широколобова А.Г.* Обучение студентов технического вуза работе с терминологией // Филологические науки. Вопросы теории и практики. – Тамбов: Грамота, 2013, № 2 (20). С. 213…217.

3. *Тихонов А.Н.* Словообразовательный словарь русского языка. – В 2-х т. – М.: АСТ, 2008.

4. *Коновалова Е.А.* Деривационный потенциал и парадигматические отношения современной русской экономической терминологии: Дис. … канд. фил. наук. – М., 1998.

5. *Сейденова С.Д., Алматова Н.А.* Профессиональный русский язык. – Алматы: АТУ, 2014.

6. *Таирова Н.А., Абуова Б.П.* Профессиональный русский язык. – Алматы: АТУ, 2013.

7. Словарь тканей и материалов: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: adipiru@gmail.com

8. Словарь текстильных терминов: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: textile37.ru

R E F E R E N C E S

1. Matveeva T.V. Polnyj slovar' lingvisticheskih terminov. – Rostov-na-Donu: Feniks, 2010.

2. Shirokolobova A.G. Obuchenie studentov tehnicheskogo vuza rabote s terminologiej // Filologicheskie nauki. Voprosy teorii i praktiki. – Tambov: Gramota, 2013, № 2 (20). С. 213…217.

3. Tihonov A.N. Slovoobrazovatel'nyj slovar' russkogo jazyka. – V 2-h t. – M.: AST, 2008.

4. Konovalova E.A. Derivacionnyj potencial i paradigmaticheskie otnoshenija sovremennoj russkoj jekonomicheskoj terminologii: Dis. … kand. fil. nauk. – M., 1998.

5. Sejdenova S.D., Almatova N.A. Professional'nyj russkij jazyk.– Almaty: ATU, 2014.

6. Tairova N.A., Abuova B.P. Professional'nyj russkij jazyk. – Almaty: ATU, 2013.

7. Slovar' tkanej i materialov: [Jelektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: adipiru@gmail.com

8. Slovar' tekstil'nyh terminov: [Jelektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: textile37.ru

Рекомендована кафедрой государственного и иностранных языков. Поступила 03.06.16.

.....

УДК 811.161.1(075.8)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ В ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

USE OF INFORMATION AND EDUCATIONAL ENVIRONMENT IN THE PREPARATION OF FUTURE SPECIALISTS OF TEXTILE INDUSTRY

С.К. МИЗАНБЕКОВ, М.Н. НИЗАМОВА, Ф.З. СЕИТОВА, А.Ж. КУЛЬБАЕВА, М.Б. ТЛЕУЛИНОВА
S.K. MIZANBEKOV, M.N. NIZAMOVA, F.Z. SEITOVA, A.ZH. KULBAEVA, M.B. TLEULINOVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)
E-mail: serik_mizanbekov@mail.ru

Статья посвящена актуальной проблеме обучения студентов технических вузов профессиональному русскому языку. Рассмотрены потенциальные возможности информационно-образовательной среды, которая обеспечивает высокую информативную емкость учебно-языкового материала и, являясь источником аутентичности, способствует созданию оптимальных условий для подготовки будущих специалистов текстильного производства.

The article is devoted to an actual problem of training of students of technical colleges the professional Russian language. We consider the potential of information and educational environment that provides high informative capacity of educational and linguistic material and as a source of authenticity helps to create optimal conditions for the preparation of the future of textile production specialists.

Ключевые слова: профильно-ориентированное обучение, коммуникативная компетенция, информационно-образовательная среда, упражнения на подстановку, упражнения на трансформацию, синтаксические средства.

Kewords: profile-based learning, communicative competence, information-educational environment, exercises for substitution, exercises on the transformation, syntactic means.

На современном этапе развития система высшего образования Республики Казахстан характеризуется обновлением всех аспектов, которые направлены на отражение изменений культуры, науки, техники и ориентированы на интеграцию образования, науки и производства.

В новых социально-экономических условиях значительно возросли требования к профессиональной компетентности будущих специалистов текстильного профиля, которая включает такие компоненты, как когнитивный (усвоение специальных знаний по специальности); операциональный (продуктивное применение полученных знаний в предстоящей профессиональной деятельности); аксиологический (формирование высокой профессиональной речевой культуры) [1].

Данный подход является основной парадигмой современного этапа развития высшей школы, а слово "компетенция" стало универсальным международным термином для описания результатов обучения.

Как известно, развитие науки сопровождается диалектическим взаимодействием двух противоположных процессов – дифференциацией (выделением новых научных дисциплин) и интеграцией (синтезом знания, объединением ряда наук). Дифференциация наук является закономерным средством быстрого увеличения и усложнения знаний, что неизбежно ведет к специализации и разделению научного труда. Проявлением этой тенденции оказывается и интерес к так называемым языкам для специальных целей (Languages for Special Purposes или LSP), предназначенных для коммуникации в особых областях знаний.

Мы согласны с мнением Полат Е.С., которая подчеркивает, что новые педагогические технологии и любые другие, используемые в настоящее время или только зарождающиеся в умах ученых и педагогов, немыслимы без широкого применения новых информационных технологий [2].

Экскурс в историю лингвометодической литературы свидетельствует о том, что развитие образования в условиях информатизации сопровождается появлением в науке новых терминов. В рамках нашего исследования актуально рассмотрение некоторых ключевых понятий ("язык для специальных целей", "мультимедиа-среда", "информационно-образовательная среда" (ИОС)) и раскрытие их смысла, поскольку они играют ведущую роль в определении факторов и условий эффективности обучения с использованием новой технологической основы обучения.

Новое, что наметилось в подходе к термину "среда" определено в работе В.А. Ясвина, который под образовательной средой понимает "...систему влияний и условий формирования личности по заданному образцу, а также возможностей для ее развития, содержащихся в социальном и пространственно-предметном окружении" [3]. М.Г. Евдокимова справедливо отмечает, что ИОС может выступать "...средой моделирования профессионального общения; источником аутентичных учебных материалов разного уровня сложности, предоставляя доступ к информационным ресурсам; средой создания и обновления профессионально значимых продуктов учебной деятельности" [4].

В ряду информационных средств, которые применяются в системе высшего образования, особое место занимает мультимедиа-среда, так как ее потенциальные возможности открывают широкие перспективы для повышения качества преподавания языка специальности и уровня учебных достижений будущих специалистов текстильного профиля. В методике использования элементов многокомпонентной мультимедиа-сре-ды в учебном процессе определены: электронные учебники и пособия (квантованные профильно-ориентированные тексты, терминологиче-

ский минимум, тренажеры и программы тестирования.

Соотношение и оптимальную сочетаемость компонентов мультимедиа-среды целесообразно разделить на три группы: аудиоряд, видеоряд, текстовая информация [5]. Аудиоряд может включать речь, фрагменты учебных, научно-познавательных фильмов, материалы, доступные по сети Интернет, интервью и мнения инженеров, технологов. Видеоряд максимально приближает учебную информацию к условиям реального общения. В мультимедиа используется как условная наглядность в виде пооперационных эскизов и чертежей, так и натуральная: иллюстрации, материалы профессиональных изданий, дорогостоящих и малодоступных художественных изданий. Статический видеоряд включает графику: рисунки и фото (ассортимент текстильных изделий, стили и орнаменты текстильного рисунка, основные виды технологического оборудования). Динамический видеоряд представляет собой последовательность статических элементов: основные способы получения текстильных полотен, художественное оформление текстильных полотен и изделий, механизация и автоматизация технологических режимов работы и т.д.

Одно из преимуществ использования мультимедиа (интеграция звука, движения образа и текста) заключается в том, что появляется возможность не только насытить занятие динамической и статической наглядностью, но и дать ее в большем объеме за более короткий срок: создается новая, богатая по своим возможностям учебная среда, с развитием которой увеличивается и степень вовлечения будущих инженеров текстильного производства в процесс обучения. Сюжетное построение учебно-языкового материала позволяет органично ввести "личность говорящего" и демонстрирует весь спектр речевой, языковой, коммуникативной компетенций, что открывает доступ к информационному тезаурусу, расширяет вербальный и невербальный фонд.

Конструирование и комплексное использование мультимедиа-среды (графики, цвета, мультипликации, звука) в сочетании с учебниками и другими средствами обучения расширяют диапазон возможностей преподавателя в активизации и систематизации вербализованной части учебной информации (особенно при изучении сложных тем, уникального оборудования, технологических процессов) и выделении речевых и языковых единиц, подлежащих усвоению.

Таким образом, информационно-образовательная среда (ИОС) является наиболее эффективной в обучении профессиональному русскому языку и видам речевой деятельности за счет оптимального режима функционирования двух уровней обработки информации: логического и образного.

Важным условием в формировании коммуникативной компетенции явилось выделение упражнений, ориентированных на освоение текстуального функционирования профессиональной лексики будущих инженеров текстильного производства.

В условно-коммуникативные упражнения (УКУ) входят:

1) упражнения на обучение микродиалогическим высказываниям, которые подразделяются на: а) подстановочные упражнения с одним переменным компонентом; б) подстановочные упражнения с использованием иллюстрации; в) упражнения по ассоциативному диалогу; г) УКУ с определенной коммуникативной задачей;

2) упражнения по обучению микромонологическим высказываниям, в состав которых входят: а) подстановочные упражнения; б) упражнения по составлению микромонолога с установлением цепной связи; в) упражнения по составлению микромонолога с параллельной связью между предложениями.

Собственно-коммуникативные упражнения (СКУ) всегда ориентированы на дальнейшую автоматизацию терминологической лексики.

Таким образом, информационно-образовательная среда, разработанная на основе гармонической трансформации закономерностей обучения профессиональному русскому языку и специфики образ-

ной наглядности мультимедиа, направлена на достижение нового педагогического эффекта: интенсификацию и индивидуализацию учебного процесса, активизацию учебно-познавательной деятельности и развитие профессиональной компетенции будущих специалистов текстильного профиля.

В Ы В О Д Ы

1. Информационно-образовательная среда имеет достаточные лингводидактические возможности, свои сферы наиболее эффективного применения, которые определяют их конкретное место и функции в системе средств обучения языку специальности.

2. Конструирование и использование ИОС имеют не только общедидактическую значимость, связанную с реализацией принципов профессионального обучения, мотивацией, интенсификацией, но и приобретают сугубо принципиальное значение, поскольку без создания и использования современных средств обучения лингводидактика не может решить ряд важнейших вопросов, связанных, в частности, с формированием коммуникативной компетенции будущих специалистов текстильного производства.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Жанпейс У.А., Жанкалова З.М.* Теория и практика реализации межпредметной коммуникации. – Алматы: КазНМУ им. С.Д. Асфендиярова, 2010.

2. *Полат Е.С.* Новые педагогические и информационные технологии в системе образования. – М.: Академия, 2002.

3. *Ясвин В.А.* Образовательная среда: от моделирования к проектированию. – М.: Смысл, 2001.

4 *Евдокимова М.Г.* Язык для специальных целей. Информационно-коммуникационная технология обучения. Education System. – LAMBERT Academic Publishing, 2012.

5. *Рудометов Е.А*. Аппаратные средства и мультимедиа. – СПб.: Питер Ком, 1999.

6. *Пассов Е.И.* Коммуникативный метод обучения иноязычному говорению. – М.: Просвещение, 1991.

R E F E R E N C E S

1. Zhanpejs U.A., Zhankalova Z.M. Teorija i praktika realizacii mezhpredmetnoj kommunikacii. – Almaty: KazNMU im. S.D. Asfendijarova, 2010.

2. Polat E.S. Novye pedagogicheskie i informacionnye tehnologii v sisteme obrazovanija. – M.: Akademija, 2002.

3. Jasvin V.A. Obrazovatel'naja sreda: ot modelirovanija k proektirovaniju. – M.: Smysl, 2001.

4 Evdokimova M.G. Jazyk dlja special'nyh celej. Informacionno-kommunikacionnaja tehnologija obuchenija. Education System. – LAMBERT Academic Publishing, 2012.

5. Rudometov E.A. Apparatnye sredstva i mul'timedia. – SPb.: Piter Kom, 1999.

6. Passov E.I. Kommunikativnyj metod obuchenija inojazychnomu govoreniju. – M.: Prosveshhenie, 1991.

Рекомендована кафедрой государственного и иностранных языков. Поступила 03.06.16.

УДК 81-112.2

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЛЕКСИКИ СИСТЕМЫ РАЗМЕРНЫХ ПРИЗНАКОВ, РАЗМЕРНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ И ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА НА МАТЕРИАЛЕ АНГЛИЙСКОГО И РУССКОГО ЯЗЫКОВ

THE PECULIARITIES OF DEVELOPMENT OF CLOTHING SIZES LEXIS, DIMENSIONAL INSTRUMENTS AND HUMAN BODY UNITS OF MESAUREMENTS ON THE MATERIALS OF ENGLISH AND RUSSIAN LANGUAGES

Ф.З. СЕИТОВА, Р.О. ЖИЛИСБАЕВА, М.Б.ТЛЕУЛИНОВА, К.Т. ТАСТАНКУЛОВА, Д.А. БАЗАРОВА
F.Z. SEITOVA, R.O. ZHILISBAEVA, M.B. TLEULINOVA, K.T. TASTANKULOVA, D.A. BAZAROVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)
E-mail: ms.fatme@mail.ru

Настоящая работа посвящена особенностям развития и сравнительно-сопоставительному анализу лексики системы размерных признаков, размерных инструментов и единиц измерения человеческого тела, используемых специалистами легкой промышленности при конструировании одежды на материале английского и русского языков. В данном исследовании раскрывается антропоцентричность происхождения данных лексических пластов, анализируются их истоки образования и эволюция.

The present work is devoted to the peculiarities of development and comparative benchmarking analysis of dimensional system attributes' vocabulary, dimensional instruments, and dimensional descriptors of body size and shape used by light industry specialists in designing clothes on the materials of English and Russian languages. This study reveals anthropocentricity in these lexical layers and analyzes their origin and evolution.

Ключевые слова: лексика, профессиональный язык, размерные признаки, размерный инструмент, единица измерения.

Keywords: lexis, professional language, clothing size, dimensional instrument, measure.

Метрическая единица измерения, размерные инструменты, а также система размерных признаков, используемые конструкторами-модельерами, дизайнерами при изготовлении чертежа конструкции одежды, представляет на данном этапе разработки исторической лексикологии значительный интерес как в плане этимологического генезиса терминов, так и в плане развития профессиональной лексики в целом.

Лексика метрических единиц измерения, размерных инструментов, так же как и лексика системы размерных признаков, относится к числу недостаточно изученных лексических пластов. Термины, входящие в лексико-семантические поля исследуемой базы лексики, до сих пор не являлись объектами системного сопоставительного лингвистического описания. Поэтому предпринятую в данном исследовании попытку комплексного, сопоставительного анализа формальных, эволюционных и семантических характеристик изучаемых пластов лексики можно считать первым шагом к раскрытию путей развития профессиональной лексики специалистов легкой промышленности.

Говоря о единицах измерения, размерных инструментах и системе размерных

признаков тела человека, нельзя не остановиться на истории развития метрических единиц измерения в целом и единиц, непосредственно касающихся человеческого тела, на существовавших в древнем мире законах пропорций фигуры человека, а также на археологических находках фрагментов мер, которые в какой-то мере повлияли на выбор единиц измерения, появление первых измерительных инструментов, а также на разработку основной системы размерных признаков человеческого тела.

Начиная с древних времен человек сталкивался с необходимостью определять расстояния, длины предметов, объемы и т.д. Например, в поисках пищи люди преодолевали большие расстояния. Эти расстояния измерялись несколькими днями пути, а могли определяться и с помощью смены дня и ночи, положения Солнца, Луны и звезд. Небольшие расстояния измерялись шагами или полетом стрелы и копья, а также брошенной палкой или камнем, которые соответствовали длине примерно от 40 до 105 м. Существовало даже словосочетание *"вержение камня"*, равное 20 саженям, то есть около 42,5 м в среднем. Появлению этих измерений во многом сопутствовала охота. Часто в речи охотников можно было услышать изречения *"на расстоянии двух/трех полетов стрелы"* и т.д. Английский вариант "*within/in shot, out of shot"* – расстояние времени полета стрелы, позже – время полета пули. Аналогичные выражения можно найти и в употребляемых нами выражениях *"не подпускать на ружейный выстрел"*, позднее *"на пушечный выстрел"*, которые говорят о существовании старинных мер длины. Самые маленькие расстояния измерялись с помощью маковых зерен, а также пальцами рук и ног. Несколько маковых зерен равнялись одному ячменному зерну, а несколько ячменных зерен были равны одной фаланге указательного пальца. Человеческое тело тоже измеряли подобным образом. Кроме этого при измерении использовали ногти, локти, ступни. Из всех указанных мер измерений самой часто употребляемой мерой считался локоть. Локоть – это расстояние от локтевого сустава до конца среднего пальца руки. 1 локоть равен 46...47см. Об этом эталоне измерения в России упоминается в литературных памятниках XI в. Локоть имел несколько значений: полный локоть, неполный локоть, большой локоть. С помощью локтя измеряли ткани, веревки и т.п. При этом разные ткани измерялись по-разному, например, сукно и шелк мерили одним локтем, а полотно – другим. Так и говорили: *"На пошив боярского платья пошло 40 локтей шелка, а парчи – на 30 локтей меньше"*. В 1955 г. при археологических работах в Великом Новгороде даже был найден натуральный фрагмент данной меры. Это был стержень из можжевельника с круглым сечением и ровно обрезанными концами. Длина стержня составляла 54,7 см, а датировался данный локоть XI-XII вв. Кроме этого, археологами при раскопках в Старой Ладоге были найдены измерительные линейки XIII-XIV вв., имевшие деления, равные 3,4 см. Деление 54,7 на 3,4 дает 16 с остатком, которое совпадает с числом вершков в позднем аршине. Во Франции эталоном государственной меры был туаз. Он был изготовлен из бруска с двумя выступами под прямым углом по концам. Расстояние между концами выступов считалось равным туазу. Это был грубо сделанный эталон. Данная мера измерения меняла свою длину с изменением температуры и постепенно портилась под влиянием погоды и времени [1].

Большая часть древних измерений – субъективные единицы, и они варьировались в зависимости от того, чем занимались люди, от их личного опыта, а также от их интуиции. Например, моряки измеряли путь выкуренными трубками, в Испании в подобных случаях в качестве единицы измерения расстояния выступала сигара, а в Японии – лошадиный башмак, то есть износ привязанной к копытам лошади соломенной подошвы, заменявшей подкову, указывал, какое расстояние прошла лошадь. Отсюда и предположение о подобном измерении срока ношения одежды в древнее мире [2].

В Древней Греции Аргосский царь Фидон создал первую систему мер в Европе, которая включала некоторые уже суще-

ствовавшие меры в английском и русском языках. Эта система включала: стадий = = сто охватов ~ 185 м, охват = 4 локтя = 6 = ступней ~ 1м 85 см, локоть = 2 пяди ~ 46 см 2 мм, ступня = 4 ладони ~ 30 см 8 мм, пядь = 12 пальцев ~ 23 см 1 мм, ладонь = 4 пальца ~ 7 см 7 мм, палец ~ 1 см 9 мм. Такие меры, как например, стадий, даже использовали при проведении Олимпийских игр в Древней Элладе. Стадий, по разным мнениям, может быть расстояние, которое может пройти пахарь за плугом от одной передышки до другой, расстояние, которое может пробежать человек на самой высокой скорости, либо пройти спокойным шагом за время от появления первого луча солнца, при его восходе, до момента, когда диск солнца целиком окажется над горизонтом. Это время приблизительно равно двум минутам. Также было установлено, что греческая стадия – это длина стадиона в Олимпии, равная 192,27 м. Стадий, как единица измерения расстояний, также использовалась римлянами и была равна 185 м, у вавилонян она соответствует примерно 195 м, а у египтян составляет ровно 195 м [3].

В старину русские меры длины были основаны на разных размерах частей человеческого тела. Для измерения меньших длин применяли пядь – расстояние между концами вытянутого большого и указательного пальцев. Одна пядь равна 18...19 см и составляла 1/4 аршина, а 1/16 аршина равнялся вершок (4,4 см). Иногда в разговоре между людьми того времени звучало изречение: *"У него семь пядей во лбу"*, что означало умный, мудрый человек. Другой единицей длины на Руси являлся аршин. Аршин – длина всей руки. 1 аршин равен примерно 71 см. Эта мера возникла при торговле с восточными странами (перс, "زاذ و" (арш) – локоть). Многочисленные выражения: *"Словно аршин проглотил"*, *"Мерить на свой аршин"*, (англ. версия *Measure another man's foot by one's own last*) *"Мерить общим аршином"*, *"Видит на два аршина под землей"* и другие – свидетельствуют о его использовании.

Вершок – длина верхней части пальца. 1 вершок соответствует 4,45 см. Рост человека и крупных животных обозначался в вершках сверх двух аршин, то есть после 142,24 сантиметров. Для мелких животных – сверх одного аршина. Например, выражение "человек 12 вершков роста" означало, что рост человека равен 2 аршинам 12 вершкам, то есть приблизительно 196 см. В русском языке, известно выражение: *"От горшка два вершка"* то есть человек очень маленького роста. Слово hand в английском языке используется для измерения роста лошадей. Английское hand – единица измерения длины в английской системе мер. Эта мера измерения сохранилась в английской метрической системе и употребляется по сегодняшний день. *Horse 16 hands high* – "лошадь высотой в 160 см" *He lives close at hand* – "он живет совсем рядом".

Очень распространенной единицей длины в Древней Руси была сажень. Впервые упоминание о ней встречается в XI в. С 1554 г. сажень равнялась 3 аршинам, что соответствует 2,13 м. Она также получила название царской (или орленой, печатной). Существовали также и произвольные меры длины – маховая и косая сажень. Маховая сажень – расстояние между кончиками пальцев раскинутых рук. Она равна примерно 2,5 аршинам, или 151,4 см. Косая сажень – расстояние от носка левой ноги до конца вытянутой вверх правой руки, она равна 3,25 аршинам. Единица длины сажень упоминается и в сказках о великанах: *"В плечах косая сажень"* (о человеке высокого роста, богатырского телосложения, великане). Если косую сажень сложить вчетверо, получаем другую единицу меры длины *"литовскую локоть"*, которая равна 62 см.

Другой широко используемой единицей меры является верста. Верста – расстояние в 500 раз больше сажени. 1 верста равна 1540 метров. До нашего времени дошли следующие фразеологические выражения со словом верста: *"за семь верст киселя хлебать"*, *"мерить версты"*, *"коломенская верста"*, которые обозначают: ехать далеко без особой надобности, ходить на большие расстояния, человек очень высокого роста, верзила.

В странах Западной Европы, в том числе и в Англии, и Америке, издавна применяли дюйм и фут в качестве единиц измерения. Дюйм – мера, равная длине верхней фаланги большого пальца. 1 дюйм равен 2,54 см. Она была самой маленькой древней мерой в странах Европы. Дюйм упоминается в сказке Г.Х. Андерсена, когда речь заходит о росте Дюймовочки: "*Она была маленькая-маленькая, всего в дюйм*". Фут – средняя длина ступни человека (от англ. "foot" – ступня), равен он 30 см. Позже появился ярд. Ярд – расстояние, равное расстоянию от кончика носа до кончика среднего пальца короля Генриха I. 1 ярд равен 1, 016 м. В законе, принятом в 1324 г., говорилось: "Три ячменных зерна круглые и сухие составляют дюйм, 12 дюймов составляют фут, а три фута – ярд". Согласно легендам дюйм определен как 1.36 часть ярда, который, в свою очередь, был установлен как расстояние между кончиком носа и большим пальцем вытянутой вперед руки у короля Англии Генриха I. Существует также версия, что его меч был длиной в ярд.

Конечно, меры измерения в древнем мире были приблизительными, и это было закономерно для людей того времени – для них не было необходимостью в точности что-то измерять, или взвешивать. Например, одежда у людей Древней Руси характеризовалась свободным покроем, так как она изготавливалась из трудно поддаваемого обработке материала: из кожи животного, войлока и грубой шерстяной ткани. Потребность в точном измерении пришла позже, с развитием скотоводства, земледелия и торговли, когда общество перешло на новый этап своего развития.

В настоящее время для измерения длины, например ткани, мы используем меру, названную метром. Метр – основная единица метрической системы. Метрическая система (СИ) была принята во Франции, в конце 18 века. Тогда метр определили как одну десятимиллионную долю участка земного меридиана от Северного полюса до экватора. Примерно в это же время появилась и сантиметровая лента, известная в Англии и США как measuring tape – основной инструмент измерения тела человека. Изобрел сантиметровую ленту портной Алексис Лавинь, мастер кроя и шитья самой императрицы Марии-Евгении, и основатель первой в мире школы моды Esmod, которая существует и по сей день. В дальнейшем метрическая система постепенно вытеснила местные и национальные системы измерения в других странах и в 1875 г. была законодательно признана в 17 странах, в том числе и в России. Международная комиссия по метру в 1872 г. решила принять за эталон длины "архивный метод", хранящийся в Париже. Однако в 1983 г. из-за неудобства поездок и постоянной сверки с эталонным метром метр стал равен расстоянию, которое проходит в вакууме свет за 1/299792458 доли секунды. Метр – первая в мире единица измерений, не основанная на пропорциях человеческого тела. Слово *"метр"* переводится с греческого как мера. Затем от слова *"метр"* произошло слово *"дециметр"* (1/10 часть метра), *"сантиметр"* (1/100 часть метра) и *"миллиметр"* (1/1000 часть метра). От слова "метр" образовалось и название системы мер – метрическая система. На протяжении двух последних веков существовали разные варианты метрической системы, различающиеся выбором основных единиц. В настоящее время международно признанной является система СИ – SI (от французского *Système international d'unités* – современный вариант метрической системы). В 1960 г. XI Генеральная конференция по мерам и весам приняла стандарт, который впервые получил название *Международная система единиц (СИ)*. В 1971 г. XIV Генеральная конференция по мерам и весам внесла изменения в СИ, добавив, в частности, единицу количества вещества (моль) [4].

Такие страны, как Великобритания, США и некоторые другие, не приняли метрическую систему и по настоящее время пользуются англо-американской системой мер. В ряде стран отдельные меры этой системы несколько различаются по своему размеру.

С использованием метрических единиц возникали и определенные противоречия.

В основном эти противоречия связаны с написанием международных единиц (СИ), которые изменяются от одного языка к другому. В случае США и Великобритании варианты написания отличаются даже в пределах одного языка: американцы пишут meter, в то время как британцы metre.

Фундаментальная единица СИ длины имеет множество вариантов написания метра, в том числе: meter (американский английский, датский, голландский, немецкий, венгерский, норвежский, словацкий, шведский); metr (чешский, польский, русский, украинский); metras (литовский); metre (британский, австралийский, канадский и английский, французский Новой Зеландии); metri (финский); metro (басков, итальянский, португальский, испанский).

Без сомнения, этот список может быть расширен, так как нет "официального" написания единиц СИ. Система СИ предусматривает, включает в себя имена, определения и символы единиц. Слова meter, metr, metre, и т.д. представляют собой одно имя, но различаются в разных языках буквенным составом.

Следующий важный этап развития (период с 1975 по 1985 гг.) связан со становлением системы размерных признаков человеческой фигуры, ее обозначением и наименованием, а также появлением единой методики конструирования одежды. Русские размерные признаки стали обозначаться прописной буквой Т с индексом, который обозначает порядковый номер размерного признака по отраслевым стандартам на размерные признаки для проектирования одежды. На рис. 1 представлены размерные признаки по методике построения конструирования ЭМКО СЭВ.

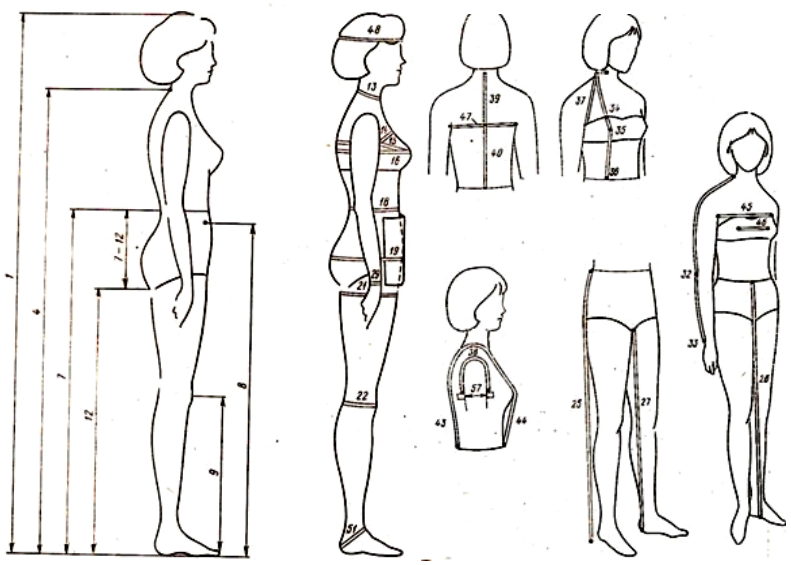


Рис. 1

Основные размерные признаки: Т1 – рост, Т4 – высота точки основания шеи, Т7 – высота линии талии, Т8 – высота остисто-подвздошной передней точки, Т9 – высота коленной точки, Т12 – высота подъягодичной складки, Т13 – обхват шеи, Т14 – обхват груди первой, Т15 – обхват груди второй, Т16 – обхват груди третий, Т18 – обхват талии, Т19 – обхват бедер с учетом выступания живота, Т21 – обхват бедра, Т22 – обхват колена, Т25 – расстояние от линии талии до пола сбоку, Т26 – расстояние от линии талии до пола спереди, Т27 – длина ноги по внутренней поверхности, Т29 – обхват запястья, Т32 – расстояние от точки основания шеи до лучевой точки, Т33 – расстояние от точки основания шеи до линии обхвата запястья, Т34 – расстояние от шейной точки до линии обхвата груди первого спереди, Т35 – высота груди, Т36 – длина талии спереди, Т38 – дуга через наивысшую точку плечевого сустава, Т39 – расстояние от шейной точки до линии обхвата груди первого с учетом вы-

ступания лопаток, Т40 – длина спины до талии с учетом выступания лопаток, Т44 – дуга верхней части туловища через точку основания шеи, Т45 – ширина груди, Т46 – расстояние между сосковыми точками, Т47 – ширина спины, Т48 – обхват головы, Т51 – обхват подъема стопы, Т57 – переднезадний диаметр руки.

Дополнительные размерные признаки (для контроля) представлены на рис. 2

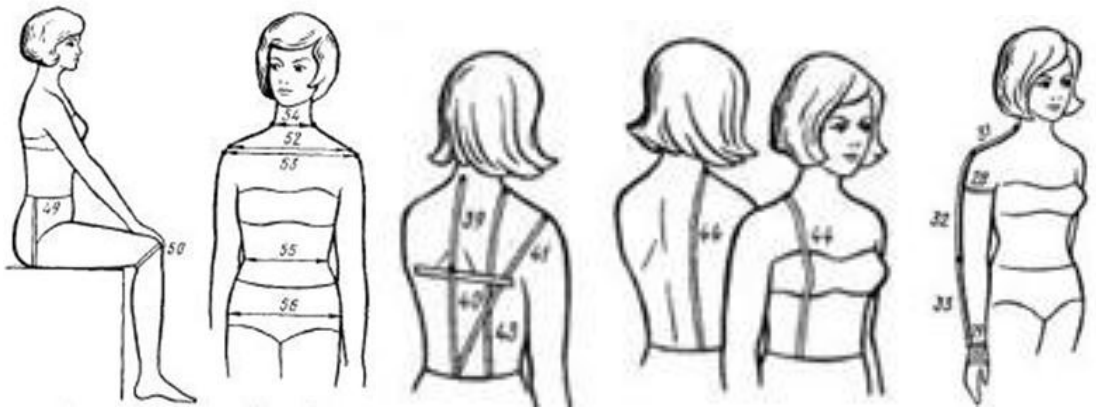


Рис. 2

Т10 – высота шейной точки, Т20 – обхват бедер без учета выступания живота, Т23 – обхват икры, Т24 – обхват над лодыжкой, Т28 – обхват плеча, Т30 – обхват кисти, Т31 – ширина плечевого ската, Т37 – высота проймы косая, Т41 – высота плеча косая, Т42 – дуга верхней части туловища через плечевую точку, Т43 – расстояние от линии талии сзади до точки основания шеи, Т49 – расстояние от линии талии до плоскости сидения, Т50 – обхват колена в согнутом положении, Т53 – плечевой диаметр [5].

На современном этапе в большинстве случаев на практике конструкторы используют следующие основные размерные признаки тела человека: 1) Ог – обхват груди, 2) От – обхват талии, 3) Об – обхват бедер, 4) Др – длина рукава. Вспомогательные размерные признаки – 6) Впр.з – высота проймы сзади, 7) Дтс – длина спины до талии, 8) Вб – высота бедер, 9) Ди – длина изделия, 10) Вг – высота груди 1, 11) Дтп – длина талии спереди, 12) Шс – ширина спины, 13) Шп – ширина плечевого оката, 14) Оп – обхват плеча.

Размерные признаки по английским методикам выглядят следующим образом: 1) 1Cg – Shoulder Circumference, 2) 2Cg – Burst Circumference, 3) 3Cg – Waist Circumference, 4) 4Cg – High Hip Circumference, 5) 5Cg – Hip Circumference, 6) 6Fg – Shoulder to Shoulder Front, 7) 7Fg – Bust Front, 8) 8Fg – Waist Front, 9) 9Fg – High Hip Front, 10) 10Fg – Hip Front, 11) Shoulder to Bust Height, 12) Shoulder to Waist Height, 13) Shoulder to High Hip Height, 14) Shoulder to Hip Height, 15) Shoulder to Hem Height, 16) Waist to Hem Height, 17) Center Front to Hem Height, 18) Center Back to Hem Height, 19) Outseam, 20) Total Rise, 21) Armhole Circumference, 22) Inseam, 23) Sleeve Length, 24) Neck to shoulder, 25) Front Rise, 26) Thigh Circumference, 27) Bottom of Leg Circumference (рис. 3).

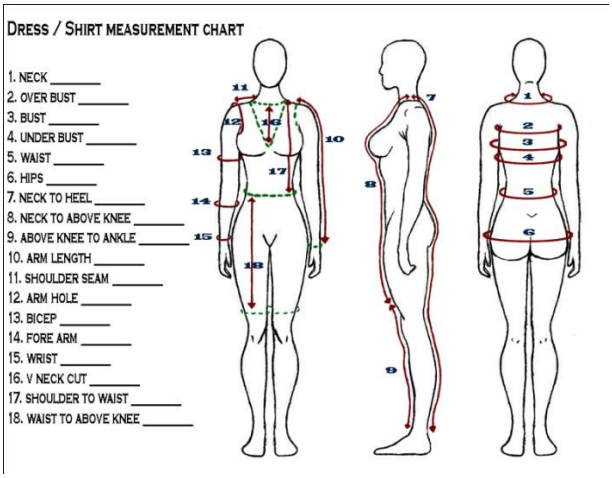


Рис. 3

Заметно, что между использующейся лексикой в нашей стране, постсоветском пространстве и английской лексикой размерных признаков есть схожие и отличительные черты. Некоторые, имея даже одинаковые названия, то есть имеющие эквиваленты в другом языке, довольно сильно отличаются по содержанию. На наш взгляд, они возникли на основе антропоцентрического подхода к измерению фигуры человека, разного подхода к методу конструирования одежды, личного опыта конструктора, его интуиции, а также непринятием Англией, США и других стран единой метрической системы. Английские размерные признаки тела человека также отличаются от советских написанием с заглавной буквы каждого слова, что является характерным для английской грамматики указанием на единственность и неповторимость существования данных частей тела. Примечательно также, что сантиметровая лента имеет длину 1 м и 50 см и поэтому, на наш взгляд, она и получила название сантиметровой ленты в русском языке, хотя полтора метра это почти пять футов или шестьдесят дюймов, но в английской версии она названа measuring tape (мерная лента).

Необходимо также отметить, что египетская сетка, а также отношение роста фигуры к длине распростертых рук легли в основу не только измерения фигуры человека на Руси и в Российской империи, но и в современное графическое изображение системы размерных признаков человеческой фигуры. Об этом свидетельствуют изображения, представленные на рис. 4

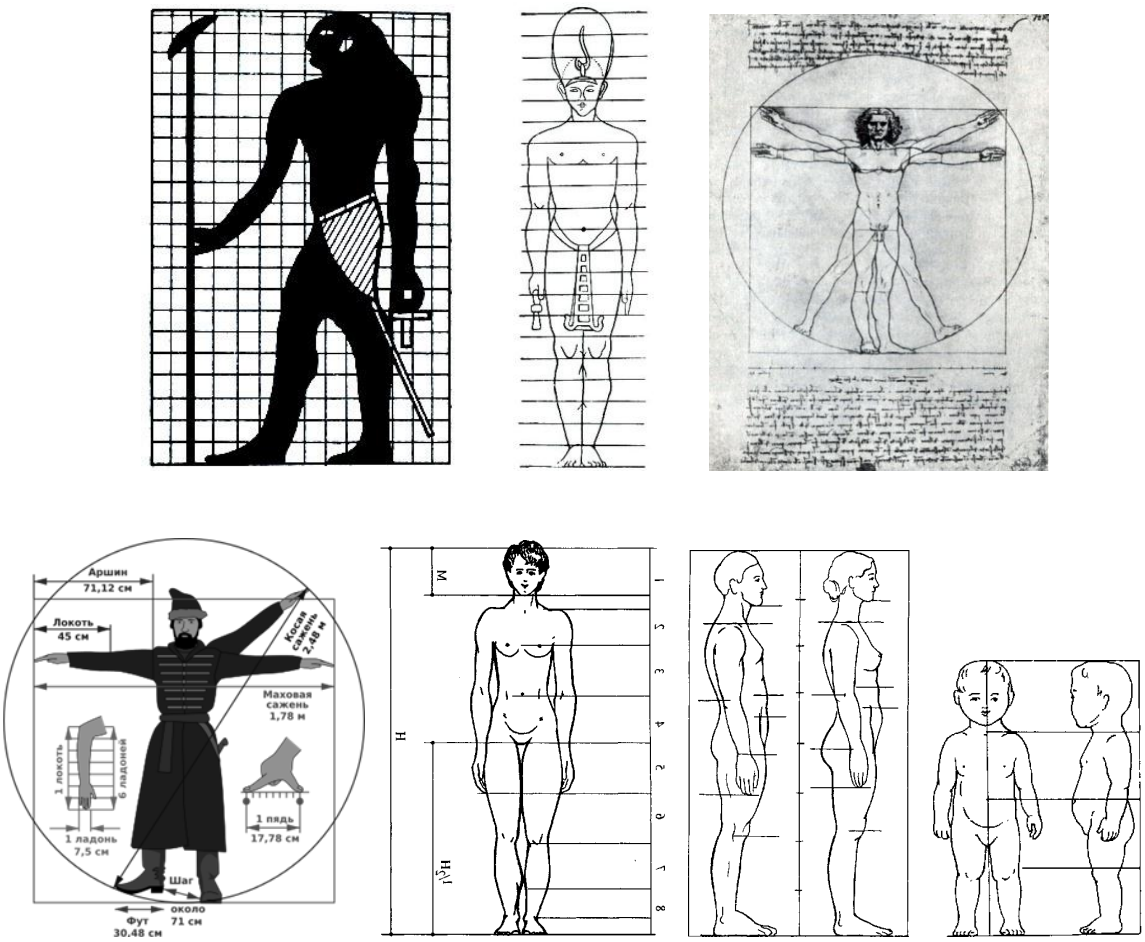


Рис. 4

ВЫВОДЫ

Настоящее исследование – предпосылка для дальнейшего изучения лексики единиц измерения, размерных инструментов, а также размерных признаков человеческой фигуры, используемых при конструировании одежды. Лингвистика пока еще не дает полного и исчерпывающего объяснения источникам происхождения лексических единиц данных сфер, передаче этой лексикой национального и исторического колорита. Также данный самобытный пласт лексики может быть еще дополнительно изучен путем постоянного расширения количества языкового материала на других языках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Единицы измерения с древности до наших дней http://festival.1september.ru/ articles/549850/
2. Одежда первобытного человека http://www.ms77.ru/articles/fashionhistory/ drmir/pervob/14927
3. Математика и физика в средней школе. – М., 2013. С.96.
4. *Гаспаров М.Л.* Занимательная Греция. – М.: Новое лит. обозрение, 2014.
5. Единая методика конструирования одежды СЭВ (ЕМКО СЭВ). Базовые конструкции женской одежды. – Том 1. – М.: ЦНИИТЭИлегпом, 1988. С.3...15.

REFERENCES

1. Edinicy izmerenija s drevnosti do nashih dnej http://festival.1september.ru/ articles/549850/
2. Odezhda pervobytnogo cheloveka http://www.ms77.ru/articles/fashionhistory/ drmir/pervob/14927
3. Matematika i fizika v srednej shkole. – M., 2013. S.96.
4. Gasparov M.L. Zanimatel'naja Grecija. – M.: Novoe lit. obozrenie, 2014.
5. Edinaja metodika konstruirovanija odezhdy SJeV (EMKO SJeV). Bazovye konstrukcii zhenskoj odezhdy. – Tom 1. – M.: CNIITJeIlegpom, 1988. S.3...15.

Рекомендована кафедрой государственного и иностранных языков. Поступила 03.06.16.

УДК 811.161.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ УЧЕБНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ РУССКОМУ ЯЗЫКУ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

THE USE OF EDUCATIONAL TELEVISION IN PROFESSIONAL RUSSIAN LANGUAGE TEACHING FUTURE ENGINEERS OF TEXTILE INDUSTRY

С.К. МИЗАНБЕКОВ, А.Ж. КУЛЬБАЕВА, Г.М. ЕГЕМБЕРДИЕВА, К.Т. ТАСТАНКУЛОВА, К.М. РАЕВА
S.K. MIZANBEKOV, A.ZH. KULBAEVA, G.M. EGEMBERDIEVA, K.T. TASTANKULOVA, K.M. RAEVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)
E-mail: serik_mizanbekov@mail.ru

Статья посвящена научно-методическим вопросам применения учебного телевидения при обучении профессиональному русскому языку. Авторами проанализировано и обобщено освещение конструирования учебной телеинформации в лингвистической, учебной и методической литературе в контексте современных требований, ориентированных на результат. Указывается, что современная лингводидактика подходит к средствам учебного телевидения как к составным элементам учебно-методических комплексов, рассматривая их в качестве одного из важнейших факторов оптимизации процесса обучения.

The article is devoted to the scientific and methodological issues of the use of educational television in teaching Russian language professional. The authors analyze and summarize the lighting design of educational television information in the linguistic, educational and methodical literature in the context of modern requirements, result-oriented. The article specifies that the current Linguodidactics suited to the means of educational television as constituent elements of teaching materials, considering them as one of the most important factors in optimizing the learning process.

Ключевые слова: учебное телевидение, телекоммуникационная технология обучения, профильно-ориентированное обучение, коммуникативная компетентность.

Keywords: educational television, telecommunications technology education, profile-based learning, communicative competence.

Среди приоритетных направлений улучшения учебного процесса проблема определения рациональной методической стратегии освоения языка специальности представляется наиболее существенной и сложной. В ряду технических средств, которые применяются в системе профессионального образования, особое место занимает учебное телевидение, так как его возможности открывают широкие перспективы повышения качества преподавания и уровня учебных достижений обучающихся. Говоря о возможностях применения телевидения в учебно-воспитательном процессе, академик С.Я. Батышев отмечает, что "...телевидение может быть применено в учебном процессе, особенно при изучении сложных тем, уникального оборудования или редко встречающихся явлений и процессов" [1].

В рамках нашего исследования актуально рассмотрение в сопоставительном аспекте функциональных возможностей учебного телевидения (сюжетно-изобразительных, звуковых и эмоционально-воздействующих) для моделирования учебно-речевых ситуаций, являющихся зерном коммуникативности и представляющих в фильме содержательную сторону сюжетного построения. Учебно-речевая ситуация, представленная в большом контексте и подчиненная общей стратегической задаче, приобретает максимальную приближенность к условиям естественной коммуникации, а ее использование в учебном процессе становится высоко мотивированным.

Как показывают соответствующие исследования, именно передача и прием по каналам связи человеческой речи поставили фундаментальные проблемы теории коммуникации, впоследствии не ограничившиеся акустико-слуховым каналом и включившие в коммуникативные системы оптико-зрительные (телевизионные) средства в сочетании с акустико-слуховыми [2].

Мы солидарны с тем, что учебное телевидение в подготовке будущих инженеров текстильного производства может применяться в следующих основных функциях:

1) как средство организации познавательной деятельности путем внешнего (предметного) и внутреннего (умственного) моделирования;

2) как средство реализации наиболее полной системы учебных действий, а также их контроля и коррекции;

3) как средство создания новых форм учебного процесса, моделирования совместной деятельности типа "обучающий – телекоммуникационная технология обучения (ТТО) – обучающийся", "ТТО – обучающийся", "ТТО – группа обучающихся" [3].

Как известно, УТВ как средство специализированной коммуникации, синтетическое средство может использовать все виды наглядности, в том числе и натуральные – различные режиссерские решения при записи и монтаже телепередачи (крупный план, предъяв-

ление "экстралингвистического объекта", специально созданного для формирования коммуникативной мотивации и т.д.).

Так, Л.Б. Ительсон в обучении выделяет три вида наглядности: 1-й вид – натуральная наглядность (натуральные объекты, процессы коммуникации); 2-й вид – изобразительная наглядность (плакаты, макеты, иллюстрации); 3-й вид – условная наглядность (чертежи, графики, схемы, таблицы) [4].

При конструировании учебной телеинформации задача заключается не в том, сколько видов наглядности и какие из них преобладают в учебной телепередаче, задача формулируется значительно глубже: каково соотношение изображения и слова, что несет основную смысловую нагрузку, где предел насыщения видеоряда телепередачи изобразительным материалом?

А.А. Степанов очень точно определяет соотношение пикторального и вербального языков телепередачи: "Изображение несет основную информацию, оно направляет логический ход мыслей; слово ведет, а изображение иллюстрирует либо положение в целом, либо какую-то деталь: слово и изображение являются равноценными компонентами" [5].

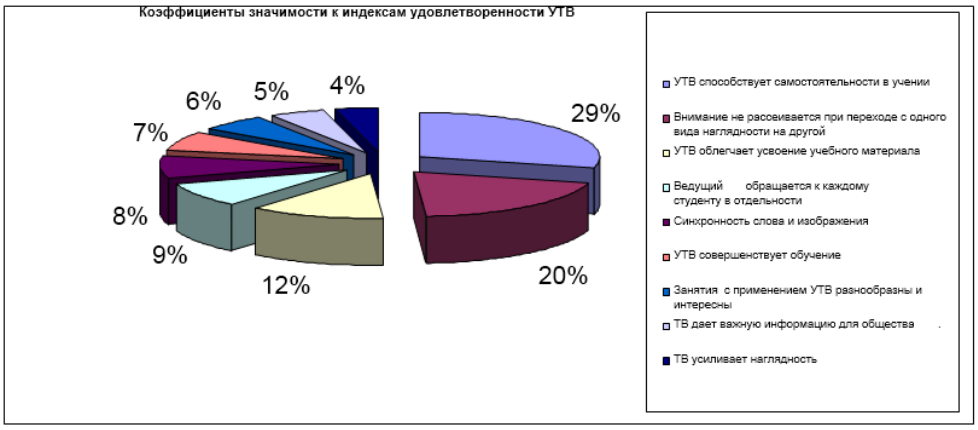


Рис. 1

На рис. 1 представлены коэффициенты значимости к индексам удовлетворенности УТВ.

Таким образом, анализ психолого-педагогической литературы, посвященной совершенствованию организации процесса обучения, свидетельствует о том, что использование в учебном процессе не отдельных, изолированных друг от друга средств обучения, а только комплексное применение всех компонентов в учебной передаче реализует в структуре учебных телепособий положения дидактического принципа наглядности в обучении профессиональному языку и учитывает особенности восприятия обучающимися знаковой системы телевизионного языка.

Перечисленным выше условиям по всем параметрам отвечает учебный телефильм, так как целостность, структурность, компетентность, предметность, синкретизм, сопереживание и другие особенности восприятия учебного телефильма способствуют индивидуализации, оптимизации и повышению эффективности процесса обучения.

Особенностью использования учебного телевидения является создание новой человеко-машинной коммуникативной системы:

– использование систем телевидения, глобальных и локальных сетей обеспечивает доступ к большому объему информации (сетевые версии обучающих курсов, электронные учебники, лексико-грамматические практикумы, электронные схемокурсы, library.ru, elibrary.kz, atu.kz и т.д.);

– усиление познавательно-исследовательских возможностей человека (моделируются ситуации профессиональной коммуникации и анализируются процессы

(технологические, производственные), объекты, способствующие формированию профессиональной компетенции);

– организация обмена информацией по содержанию выполняемой деятельности (контрольная работа, тест-игры, кроссворды, терминологические тренинги как средства автоматизации процессов обработки предложенного учебно-языкового материала).

ВЫВОДЫ

1. Телекурс является обязательной составной частью учебного процесса, а сочетание традиционных и новых приемов обучения языку позволит обеспечить более высокий уровень усвоения учебно-языкового материала.

2. Учет особенностей вербально-изобразительной наглядности ТВ при создании сценариев дает основание предусмотреть ряд факторов, способствующих формированию коммуникативной компетенции студентов технологических вузов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Батышев С.Я.* Дидактические основы разработки и применения экранных пособий и средств наглядности. – Л.: ЛГУ, 1986.

2. *Ананьев Б.Г.* Технические средства обучения в педагогических институтах. – Л.: ЛГПИ, 1993.

3. *Рубцов В.В.* Функции компьютера как средства учебной деятельности // В кн.: Психолого-педагогические вопросы компьютерного обучения в средней школе. – М., 1999. С. 54…62.

4. *Ительсон Л.Б.* Лекции по общей психологии. – М.: ООО "Издательство АСТ", 2000.

5. *Степанов А.А.* Психологические основы дидактики учебного телевидения. – Л.: ЛГУ, 1991.

6. *Колин К.К.* Дидактические основы разработки и применения экранных пособий и средств наглядности. – М.: Педагогика, 2010.

REFERENCES

1. Batyshev S.Ja. Didakticheskie osnovy razrabotki i primenenija jekrannyh posobij i sredstv nagljadnosti. – L.: LGU, 1986.

2. Anan'ev B.G. Tehnicheskie sredstva obuchenija v pedagogicheskih institutah. – L.: LGPI, 1993.

3. Rubcov V.V. Funkcii komp'jutera kak sredstva uchebnoj dejatel'nosti // V kn.: Psihologo-pedagogicheskie voprosy komp'juternogo obuchenija v srednej shkole. – M., 1999. S. 54…62.

4. Itel'son L.B. Lekcii po obshhej psihologii. – M.: OOO "Izdatel'stvo AST", 2000.

5. Stepanov A.A. Psihologicheskie osnovy didaktiki uchebnogo televidenija. – L.: LGU, 1991.

6. Kolin K.K. Didakticheskie osnovy razrabotki i primenenija jekrannyh posobij i sredstv nagljadnosti. – M.: Pedagogika, 2010.

Рекомендована кафедрой государственного и иностранных языков. Поступила 03.06.16.

УДК 372.881.161.1

РОЛЬ ТЕКСТОВ В ФОРМИРОВАНИИ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

A ROLE OF TEXTS IS IN FORMING OF COMMUNICATIVE COMPETENSE OF STUDENTS OF SPECIALITIES OF TEXTILE INDUSTRY

Ж.М. УТЕСБАЕВА, Л.В. БЕССЧЕТНОВА, М.Н. НИЗАМОВА
ZH.M. UTESBAEVA, L.V. BESCHETNOVA, M.N. NIZAMOVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)
E-mail: zhumabibi_m@mail.ru; mila.0117@mail.ru; nizamova_mahinur@mail.ru

Статья посвящена описанию теоретического и практического значения роли научных текстов в обучении профессиональному русскому языку студентов специальности "Технология и проектирование текстильных материалов".

Авторами рассмотрены лексико-грамматические задания к тексту, формирующие у обучающихся умение и навыки правильного восприятия и продуцирования научной информации по специальности.

Особое внимание обращено на то, что с помощью текстов создается определенная мотивационная установка – грамотно анализировать и излагать собственные взгляды и мысли.

The article is sanctified to description of theoretical and practical value of role of scientific texts in educating professional Russian to the language of students of speciality "Technology and planning of textile materials".

Lexico-grammatical tasks to text, forming at student ability and skills of correct perception and producting of scientific information on speciality, are considered in the article.

The special attention is turned on that by means of texts the certain motivational setting is created correctly to analyse and expound own looks and ideas.

Ключевые слова: текст, осмысление, смысл, содержание, восприятие, компетенция, контекст.

Keywords: text, comprehension, sense, maintenance, perception, competense, context.

Совершенствование навыков и умений устной и письменной речи в преподавании профессионального русского языка в технических вузах – одна из основных задач формирования коммуникативной компетенции студентов в казахской аудитории. Обучение студентов чтению, пониманию и осмыслению содержания текстов с разным уровнем проникновения в содержащуюся в них информацию способствует правильному оформлению мысли в смысловом и грамматическом аспектах [1].

Гальперин Н.Р. в тексте различает три вида информации: "...содержательно-фактуальную, передающую сведения о фактах, явлениях, событиях лица; содержательно-концептуальную, передающую авторское видение мира; содержательно-подтекстовую, передающую скрытые, не наблюдаемые, но выводимые из контекста обертоны смыслов предложений и сверхфразовых единств" [2]. При анализе необходимо постоянно учитывать эти лингвистические характеристики текста. Эти категории выступают под терминами: тема, основная мысль, авторское отношение к высказыванию, подтекст.

В процессе усвоения текста используются традиционные формы словарно-лексической работы, виды пересказа, деление на структурные отрезки, составление плана текста, тезисов, определение основной мысли, трансформация текста в другом стиле и в другом типе речи и т.д.

Текст – предмет и объект изучения профессионального русского языка, способствующий формированию у студентов как лингвистической, так и коммуникативной компетенции. Поэтому коммуникативные цели и задачи практического владения языком решаются при работе над текстом, при структурно-семантическом и лексико-грамматическом анализе текста.

В первую очередь необходимо обратить внимание на интенсивное обогащение словарного запаса студентов. Изучение научных текстов по специальности в полном объеме является затруднительным, поэтому целесообразно привлекать адаптированные варианты и фрагменты программных учебных научных текстов в соответствии с языковой компетенцией студентов. В связи с этим на занятиях по профессиональному русскому языку привлекаются адаптированные тексты по специ-

альности текстильного профиля небольшого объема, при котором необходимо уделять особое внимание сохранению специфики научного стиля данной специальности. Для того, чтобы студент проник в замысел, смысл текста, необходимо пройти путь от слова к элементам высшего уровня. По мнению многих исследователей, процесс понимания текстов проходит несколько фаз: идентификацию, ассимиляцию, аккомодацию. Идентификация – буквально "фотография текста", ее сопоставление с имеющимися представлениями, ассимиляция – усвоение той части смысла текста, которая представляется наиболее важной, аккомодация – приспособление извлеченных из текста знаний к новой ситуации [3]. На первоначальном этапе изучения текста используются задания, которые помогают студентам преодолеть лексические и грамматические трудности, встречающиеся в тексте. Словарная работа может быть направлена на понимание значения отдельных слов в конкретном контексте. На этапе анализа лексического уровня научного текста необходимо обращать внимание студентов на то, что слово в научном тексте максимально точно, функционально направленно. В тексте каждое слово имеет свою функциональную нагрузку. Формирование осмысления текста в восприятии неродного языка является наиболее сложной задачей. При анализе текста комментируются положительные и отрицательные результаты. Особого внимания заслуживает работа с ключевыми словами и выражениями. Правильное толкование наиболее существенных слов является верным залогом понимания содержания и смысла текста.

Необходимо обучать пониманию слов, лексико-грамматических заданий с постепенным обобщением прочитанного текста [4]. При проведении лексической работы необходимо уделить внимание упражнениям, развивающим у студентов умение быстро ориентироваться в тексте, находить необходимую информацию, воспринимать и усваивать смысл целой фразы, абзаца, текста. Самостоятельно выяснять значение грамматических конструкций. Для контроля понимания текста можно предложить задания на восстановление материала. Можно сделать вывод о том, что студент понял смысл текста, если он перескажет содержание текста своими словами.

Рассмотрим работу над текстом "Текстильные волокна и их виды" [5].

Текстильные волокна и их виды

Текстильными волокнами называют гибкие прочные тела с малыми поперечными размерами, ограниченной длины, пригодные для изготовления текстильных изделий.

Текстильные волокна подразделяют на два класса: натуральные и химические. По происхождению волокнообразующего вещества натуральные волокна подразделяют на три подкласса: растительного, животного и минерального происхождения, химические волокна – на два подкласса: искусственные и синтетические.

Важнейшим, наиболее распространенным, дешевым текстильным волокном является хлопок – прочное, тонкое, гигроскопическое волокно. Оно развивается на поверхности семян хлопчатника. Из хлопчатобумажной пряжи вырабатывают ткани бытовые для белья, одежды и др., технические, разнообразный трикотаж, швейные нитки, а из хлопка – вату, нетканые полотна.

Шерсть – волокно волосяного покрова овец, коз, верблюдов и других животных – ценное волокно текстильное, обладающее эластичностью, гигроскопичностью и теплозащитными свойствами. Из шерсти в основном вырабатывают пряжу для костюмных, платьевых, пальтовых, технических тканей и верхнего трикотажа. Шерсть обладает способностью свойлачиваться, благодаря чему ее применяют при выработке валяльно-войлочных изделий (войлоков, валенок). Шелк-сырец – нити, получаемые при размотке коконов, – употребляется непосредственно или после скручивания, главным образом для выработки тканей – платьевых, бельевых, технических. Расщипыванием шелковых отходов получают шелковые волокна, перерабатываемые в пряжу; из нее изготавливаются полотна, ворсовые ткани.

Асбест – минеральные волокна текстильные – применяют для выработки пряжи, служащей для производства технических (негорючих, фильтровальных и др.) тканей.

Искусственное волокно – химическое волокно, изготовленное из природных высокомолекулярных веществ. Искусственные волокна делят на две группы – органические и неорганические.

Синтетическое волокно – химическое волокно, изготовленное из синтетических высокомолекулярных веществ. Синтетические волокна в зависимости от химического состава делят на две группы – гетероцепные и карбоцепные. Гетероцепные волокна подразделяют на полиамидные (капрон, анид) и полиэфирные (лавсан). К карбоцепным волокнам относятся полиакрилонитрильные (нитрон), поливинилхлоридные (хлорин, ПВХ и др.), поливинилспиртовые (винол), полиолефиновые (полипропиленовое и полиэтиленовое), фторсодержащие (фторлон).

Волокна являются исходным материалом для изготовления текстильных товаров и могут применяться как в естественном, так и в смешанном виде. Свойства волокон влияют на технологический процесс переработки их в пряжу.

Ответьте на вопросы по содержанию текста:

– Что представляют собой текстильные волокна?

– На какие классы и виды делятся текстильные волокна?

– Какие основные свойства волокон вы узнали? Выпишите их.

Лексико-грамматические задания.

– Прочитайте текст и сформулируйте главную мысль.

– Составьте с помощью простых предложений простой план текста.

– Выпишите термины, встретившиеся в тексте. Объясните их значение.

– Выпишите словосочетания, описывающие свойства текстильных волокон и их видов; определите их стилевую принадлежность; используйте данные словосочетания для устной характеристики свойств текстильных волокон.

– Переведите словосочетания на казахский язык, составьте предложения с данными словосочетаниями: пригодные для изготовления, применяемые для изготовления, используют жесткие листовые волокна, перерабатываемые в пряжу, получаемые при размотке.

– Составьте план к тексту с помощью предложения, в состав которых входили бы словосочетания с подчинительной связью согласования.

– Подберите синонимы и антонимы к следующим словам: гибкие прочные тела, дешевые текстильные волокна, используют жесткие листовые волокна, изготавливают канатно-веревочные изделия, подразделяют на полиамидные (капрон, анид) и полиэфирные.

– Найдите в тексте словосочетания, образованные по способу: "глагол + существительное".

– Трансформируйте предложения с причастным оборотом в СПП: Текстильными волокнами называют гибкие прочные тела с малыми поперечными размерами, ограниченной длины, пригодные для изготовления текстильных изделий; пенька – грубостеблевое волокно, получаемое из конопли;

В Ы В О Д Ы

Профессиональный русский язык нацелен на формирование у будущих специалистов технических вузов коммуникативной компетенции, способности решать лингвистическими средствами реальные коммуникативные задачи в конкретных речевых ситуациях в научной и профессиональной сфере. В формировании профессиональной речевой компетенции, выработке у обучающихся умений и навыков правильного восприятия и воспроизведения научной информации по специальности огромную роль играют адаптированные к специальности научные тексты.

Таким образом, для студентов всех специальностей текстильного профиля ос-

новным объектом обучения является научная и профессиональная речь.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Типовая программа "Профессиональный русский язык" для специальности 5В073300 "Технология и проектирование текстильных материалов". – Алматы, 2012.
2. *Гальперин Р.И.* Грамматика текста. – М., 1999.
3. *Заремская С.И., Слоботчиков А.А.* Развитие инициативной речи учащихся. – М.,1983.
4. Лингвистический энциклопедический словарь / Гл. ред. В.Н. Ярцева. – М., 1990; Изд. 2-е, 1998; 2002.
5. *Таирова Н.А., Абуова Б.П.* Профессиональный русский язык: Для студентов специальности "Технология и проектирование текстильных материалов". – Алматы: АТУ, 2013.
6. Словарь текстильных терминов: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: textile37.ru

R E F E R E N C E S

1. Tipovaja programma "Professional'nyj russkij jazyk" dlja special'nosti 5V073300 "Tehnologija i proektirovanie tekstil'nyh materialov". – Almaty, 2012.
2. Gal'perin R.I. Grammatika teksta. – M., 1999.
3. Zaremskaja S.I., Slobotchikov A.A. Razvitie iniciativnoj rechi uchashhihsja. – M.,1983.
4. Lingvisticheskij jenciklopedicheskij slovar' / Gl. red. V.N. Jarceva. – M., 1990; Izd. 2-e, 1998; 2002.
5. Tairova N.A., Abuova B.P. Professional'nyj russkij jazyk: Dlja studentov special'nosti "Tehnologija i proektirovanie tekstil'nyh materialov". – Almaty: ATU, 2013.
6. Slovar' tekstil'nyh terminov: Jelektronnyj resurs. - Rezhim dostupa: textile37.ru

Рекомендована кафедрой государственного и иностранных языков. Поступила 03.06.16.

УДК 372.881.161.1

ЭТИМОЛОГИЯ ТЕРМИНОВ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ЯЗЫКА СПЕЦИАЛЬНОСТИ

ETYMOLOGY OF THE TERM TEXTILE INDUSTRY LANGUAGE AS A MEANS OF SPECIALTIES

Г.М. НУРПЕИСОВА, Г.К. ТЕКЕЕВА, Ш.К. СМАГУЛОВА, Н.А. АЛМАТОВА, А.А. ЕЖЕНОВА
G.M. NURPEISSOVA, G.K. TEKEEVA, SH.K.SMAGULOVA, N.A. ALMATOVA, A.A. EZHENOVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)
E-mail: g_nurpeissova@mail.ru

В статье рассматриваются термины, используемые в текстильной промышленности, представляющие интерес, так как широко применяются в языке соответствующей сферы деятельности и вне границ профессионального употребления. Авторы отмечают, что для развития профессионального языка целесообразно рассматривать этимологию терминов специальности.

The article examines the terms used in the textile industry, representing the interest, as it is widely used in the language of the respective spheres of activity and in the using of outside professional boundaries.

The authors note that the development of professional language appropriate to consider the etymology of the term specialty.

Ключевые слова: текстильная промышленность, термины, этимология, ткачество, прядение, хлопок, бархат, дизайн.

Keywords: textile industry, terminology, etymology, weaving, spinning, cotton, velvet, design.

В системе образования Республики Казахстан идет процесс модернизации, направленный на интеграцию в мировое образовательное пространство.

В государственной Программе развития образования Республики Казахстан на 2011-2020 годы отмечено, что на современном этапе образование является одним из важнейших приоритетов Стратегии "Казахстан - 2030". Необходима адаптация системы образования в новых социально-экономических условиях страны. Мировой опыт подтверждает, что вложение в человеческие ресурсы, и, в частности, в образование, имеет основу для экономического роста казахстанского общества.

"Инвестиции в человеческий капитал крайне необходимы для создания технически прогрессивной, производительной рабочей силы, которая может адаптироваться в быстро изменяющемся мире. Успешными экономиками будущего будут те, которые инвестируют в образование, навыки и способности населения. Образование необходимо понимать как экономические инвестиции" [1].

Одной из значимых отраслей современного казахстанского индустриального производства, для развития которой необходимы инвестиции капитала, является текстильная промышленность.

Как известно, текстильная промышленность РК обладает большими возможностями для развития отрасли и обеспечения населения многообразной продукцией по всей территории республики, имея при этом низкие затраты на производство, территориальную близость к сырью и рынкам сбыта продукции, вложение инвестиций, обеспеченность транспортными услугами.

В связи с тем, что в РК наблюдается демографический рост, а это, в свою очередь, ведет к увеличению спроса на товары, рынок продукции текстильной промышленности имеет возможности для неуклонного роста.

По данным Агентства Республики Казахстан по статистике доля товаров легкой промышленности (в том числе текстильной – прим. авторов) в общем объеме розничного товарооборота непродовольственных товаров составила 15%, что превышает объем товарооборота автомобильной (10%), фармацевтической (3,8%), косметической (3%) продукции [2].

Рынок продукции текстильной промышленности ежегодно пополняется новыми товарами, а следовательно, и новыми понятиями. Таким образом, новые реалии современной жизни отражаются на лексическом фонде русского языка, богатый потенциал которого оказался недостаточным для наименования новых явлений действительности в процессе интенсивного международного общения. Термины, используемые в текстильной промышленности, представляют интерес в связи с тем, что они широко применяются в языке соответствующей сферы деятельности и вне границ профессионального употребления [3, с. 177].

В процессе жизнедеятельности человека происходят значительные и незначительные изменения. Вместе с этим меняется и язык. Приходят новые слова, обозначающие новые явления, уходят из употребления устаревшие слова. Образуются новые языковые формы слов, будь они на лексическом или грамматическом уровне. Человек из многих слов начинает использовать наиболее удобные, менее сложные. Все процессы развития языка изучаются этимологией.

Этимология [греч. etymologia < etymos – истина; основное значение слова + logos – понятие, учение] – раздел языкознания, изучающий происхождение слов [4]. При изучении этимологии каждый раз человек открывает для себя что-нибудь новое. В особенности это касается истории слова. Если узнать историю слова, его глубину, можно с легкостью понять окружающий мир, любой интересующий предмет. Если человек будет знать орфографию корня исходного слова, он не ошибется в написании современного слова. Это объясняется тем, что слова на протяжении своего суще-

ствования изменяются по законам, определяемым обществом и, в частности, наукой.

Термин "этимология" зародился в среде древнегреческих философов-стоиков и, согласно поздним свидетельствам Диогена Лаэртского, приписывается Хрисиппу (281/278-208/205 до н.э.). До XIX века термин "этимология" в языкознании мог применяться в значении "грамматика". Первоначально у древних – учение об "истинном" ("первоначальном") значении слова (см. Исидор Севильский (ок. 560…636) – энциклопедия "Этимологии" en: Etymologiae) [5].

Изучение терминов, общепонятных и узкоспециальных с точки зрения их этимологии, очень интересно и полезно. Это объясняется тем, что многие слова русского языка заимствованы из разных языков – немецкого, английского, французского и других, что является свидетельством коммуникации народов между собой.

Без сомнения, в настоящее время и в медицине, и в образовании, и в производстве, и в бизнесе, и в других сферах – везде используются термины. Чтобы их легко было понять, целесообразно изучить глубину, истоки данных терминов, точнее, их этимологию.

Рассмотрим этимологию терминов текстильной промышленности на примерах часто используемых терминов.

Согласно словарю Ожегова С.И. *ткачество* – искусство, техника изготовления тканей [4].

Ткачество как процесс создания ткани путем переплетения нитей между собой в определенном порядке возникло в глубокой древности. Вспомним состязание в искусстве ткачества Афины Паллады – богини Олимпа и Арахны – дочери кузнеца ("арахна" с греческого переводится как "паук").

Любопытен с точки зрения этимологии и термин "прядение".

Прядение было известно еще в глубокой древности. Получение равномерной и тонкой нити из отдельных волокон требовало большого искусства. У многих народов мира сохранились легенды и мифы о якобы сверхъестественном происхождении искусства прядения и ткачества. Так, по египетским легендам секреты прядения открыла людям богиня плодородия Изида; по греческим мифам начало текстильного искусства исходит от богини мудрости Афины Паллады. Из славянской мифологии известна богиня Мокошь – покровительница льноводства. Подобного рода мифы имеются также у народов Прибалтики, у индусов и др.

У древних греков и древних римлян существовали так называемые богини судьбы – вещуньи. Определяя жизни человеческие, они применяли процессы прядения, где одна из них пряла нить жизни, другая определяла соответствующую длину этой нити, а третья после истечения срока прядения отрезала нить, тем самым обрывая человеческую жизнь [6, с. 6].

Как известно, самое большое количество текстильщиков работает в хлопчатобумажной промышленности; самая популярная текстильная продукция – хлопчатобумажная ткань, самым популярным текстильным сырьем является *хлопок*. Обратимся к этимологическому толкованию данного термина.

Очевидно, появление термина "хлопок" относится к XV веку до н.э. Об этом говорят древние записи на глиняных дощечках, найденных при раскопках древних городов и селений, и в памятнике древнеиндийской литературы – Ригведе. Более систематическими являются сведения о хлопке, начиная с VIII века до н.э. Так, в индийских священных законах Ману указывается, что брамины должны при исполнении религиозных обрядов "надеть на головы нити из хлопка". Впрочем, о хлопке говорят не только в Индии. Историк Древней Греции Геродот пишет в своих трудах о фараоне, подарившем латы, расшитые золотом и хлопком. В Средней Азии, как показали раскопки, хлопок разводили еще в I веке до н.э. В Африке хлопок стал известен значительно позже. О происхождении хлопка в Европе ходили самые фантастические рассказы и выпускались книги, в которых приводились рисунки "хлопковых овечек", якобы дающих "хлопковую шерсть" [6], [8].

Слово "хлопок", известное нам как заимствование из английского языка "cotton", происходит от арабского слова "quoton". Интересным и загадочным остается факт использования хлопка в доисторические времена одновременно на разных континентах: в Азии и Южной Америке.

Если термины "ткачество", "прядение", "хлопок" возникли одновременно с появлением человеческой цивилизации тысячи лет тому назад, то "дизайн", "бархат" – это термины, которые появились относительно недавно.

Происхождение слова "*бархат*" связывают с нем. "Barchent"; англ. "Velvet", франц. "velours", хотя первоисточником этого слова является араб.-тюрк. "barrakan" [7], [8]. В русский язык слово "бархат" вошло из немецкого в XVII веке, когда его стали производить в Москве.

Существует интерес и к термину "дизайн".

Диза́йн (англ. *design* – замысел, план, намерение, цель, и от лат. *designare* – отмерять, намечать) – творческая деятельность, целью которой является определение формальных качеств промышленных изделий. Эти качества включают и внешние черты изделия.

По всей вероятности, слово "*design*" появилось в XVI веке и имело только одно значение. Первое письменное упоминание слова "дизайн" принадлежит перу господина К.В.Скьера из Италии. Выражение "disegnointero" означает идею-озарение, в основе которой лежит концепция произведения искусства. Оксфордский словарь 1588 г. дает следующую интерпретацию этого слова: "...задуманный человеком план или схема чего-то, что будет реализовано, первый набросок будущего произведения искусства" [9], [5]. Современное представление о дизайне в цивилизованном мире рассматривается гораздо шире.

Показательно, что у каждого из рассматриваемых терминов прослеживается взаимосвязь, при которой слово проходит определенный путь от исконного значения до его современного вида.

Таким образом, в процессе развития языка специальности в области текстильной промышленности целесообразно уделить особое внимание рассмотрению терминов с этимологической точки зрения, что способствует лучшему усвоению лексического значения понятия, ведущему к повышению уровня владения профессиональным языком.

В Ы В О Д Ы

1. Использование ряда понятий текстильной промышленности показывает, что русский язык изобилует различными терминами. В списке терминов много определений, имеющих чуждые для русского языка произношения и сочетания букв, и чтобы его было легко понять, к нам на помощь приходит этимология.

2. Этимологическое толкование используемых терминов текстильной промышленности позволяет обогатить лексический минимум языка специальности, расширить наши знания о развитии всех сфер жизнедеятельности человека в Казахстане и за рубежом.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Государственная Программа развития образования Республики Казахстан на 2011-2020 годы. – Астана, 7 декабря 2010 г.
2. Официальный сайт Агентства Республики Казахстан по статистике [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.stat.kz (дата обращения: 15.05.2016 г.)
3. *Елибаева Р.Д., Нурпеисова Г.М., Текеева Г.К.* Специальная терминология в текстильной и легкой промышленности // Мат. Междунар. научн.-практ. конф.: Инновационные технологии производства товаров, повышение качества и безопасности продукции легкой промышленности. – Алматы: АТУ. 28-29 апреля 2011г. С. 177…179.
4. *Ожегов С.И., Шведова Н.Ю.* Толковый словарь русского языка. – М.: Русский язык, 1997.
5. https://ru.wikipedia.org/wiki/Этимология
6. *Сейденова С.Д., Таирова Н.А.* Профессиональный русский язык.– Алматы: АТУ, 2010.
7. *Фасмер М.* Этимологический словарь русского языка / Пер. с нем. О. Н. Трубачева / Под ред. проф. Б.А. Ларина. Изд. 2-е, стереотипное. В 4-х томах. – М.: Прогресс, 1986.
8. *Крысин Л.П.* Толковый словарь иноязычных слов. – 3-е изд., доп. – М.: Рус. яз., 2005.
9. *Сейденова С.Д., Алматова Н.А.* Профессиональный русский язык. – Алматы: АТУ, 2015.

R E F E R E N C E S

1. Gosudarstvennaja Programma razvitija obrazovanija Respubliki Kazahstan na 2011-2020 gody. – Astana, 7 dekabrja 2010 g.
2. Oficial'nyj sajt Agentstva Respubliki Kazahstan po statistike [Jelektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: www.stat.kz (data obrashhenija: 15.05.2016 g.)
3. Elibaeva R.D., Nurpeisova G.M., Tekeeva G.K. Special'naja terminologija v tekstil'noj i legkoj promyshlennosti // Mat. Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.: Innovacionnye tehnologii proizvodstva tovarov, povyshenie kachestva i bezopasnosti produkcii legkoj promyshlennosti. – Almaty: ATU. 28-29 aprelja 2011g. S. 177…179.
4. Ozhegov S.I., Shvedova N.Ju. Tolkovyj slovar' russkogo jazyka. – M.: Russkij jazyk, 1997.
5. https://ru.wikipedia.org/wiki/Jetimologija
6. Sejdenova S.D., Tairova N.A. Professional'nyj russkij jazyk.– Almaty: ATU, 2010.
7. Fasmer M. Jetimologicheskij slovar' russkogo jazyka / Per. s nem. O. N. Trubacheva / Pod red. prof. B. A. Larina. Izd. 2-e, stereotipnoe. V 4-h tomah. – M.: Progress, 1986.
8. Krysin L.P. Tolkovyj slovar' inojazychnyh slov. – 3-e izd., dop. – M.: Rus. jaz., 2005.
9. Sejdenova S.D., Almatova N.A. Professional'nyj russkij jazyk. – Almaty: ATU, 2015.

Рекомендована кафедрой государственного и иностранных языков. Поступила 03.06.16.

УДК 675. 6 + 687. 1/4

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

ON EFFICIENCY OF INNOVATION TECHNOLOGIES IN EDUCATIONAL PROCESS

О.В. ГРИГОРЬЕВА, М.А. НУРЖАСАРОВА, В.Б. СКАРЬДОВА
O.V. GRIGOREVA, M.A. NURZHASSAROVA, V.B. SKARDOVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)
E-mail: olga_grigoryeva@mail.ru

Статья посвящена проблеме подготовки молодых специалистов, владеющих современными технологиями проектирования изделий, информатизации образования и специфики использования систем автоматизированного проектирования на различных стадиях процесса обучения.

The article covers issues related to training of young specialist being able to use current product designing technologies, informational support of education and usage of the specific technologies at different stages of the learning process.

Ключевые слова: технические средства обучения (ТСО), компетенции, информатизация образования, проектная документация.

Keywords: technical means of training, competencies, informational support of education, project documentation.

В настоящее время значительно возросла потребность в профессиональной активности специалиста, владеющего знаниями, умениями и компетенциями по образовательной программе: "Технология и конструирование изделий легкой промышленности", которая зависит от внедрения инновационных методов обучения в учебный процесс.

Общемировые процессы динамики сектора модной одежды выдвигают новые требования к набору компетенций и инно-

вационным технологиям подготовки специалистов для современных предприятий.

В настоящее время основной задачей является совершенствование форм обучения, объединяющих прогрессивные образовательные методики с новыми технологиями бизнеса, внедряемых на швейных предприятиях Республики Казахстан.

Современные САПР предлагают большой набор функций и возможностей, которые обеспечивают автоматизированное использование всех этапов проектирования швейных изделий, начиная с создания эскиза с помощью графических редакторов и заканчивая одеванием виртуальной одежды на электронный манекен.

На передовых швейных предприятиях Республики Казахстан, таких как: "Казлегпром", "КазСПО-N", "GLAZMAN", "Ангельхер", "Текстилайн", "Семирамида", в производственный процесс внедрены различные системы автоматизированного проектирования (САПР) одежды: САПР "GRAFIS", "GERBER", "Автоматизированное рабочее место – технолог" и другие.

В связи с этим предприятия нуждаются в специалистах, владеющих умениями, практическими навыками и компетенциями как традиционных способов проектирования одежды, так и компьютерных технологий в рамках производственного процесса.

Анализ профессиональной деятельности специалистов в сфере производства изделий легкой промышленности показал недостаточный уровень знаний и практических навыков в области проектирования одежды в целом и в частности, а также низкий уровень формирования проектных умений и владения современными технологиями проектирования одежды.

Главными характеристиками выпускника любого образовательного учреждения являются его компетентность и мобильность. В связи с этим акценты при изучении учебных дисциплин переносятся на сам процесс познания, эффективность которого полностью зависит от познавательной активности самого обучающегося [1].

Поэтому учебный процесс требует постоянного совершенствования, так как научно-технический прогресс все больше осознается как средство достижения такого уровня производства, который способствует выпуску конкурентоспособной продукции.

В результате современная ситуация в подготовке специалистов требует коренного изменения стратегии и тактики обучения в вузе.

Одним из приоритетных направлений процесса улучшения качества обучения является информатизация образования, которая позволяет самостоятельно совершенствовать процесс познания.

По данным ЮНЕСКО, когда человек слушает, он запоминает 15% речевой информации, когда смотрит – 25% видимой информации, когда видит и слушает – 65% получаемой информации. Применение технических средств обучения (ТСО) интенсифицирует передачу информации, значительно расширяет иллюстративный материал, создает проблемные ситуации и организует поисковую деятельность учащихся, усиливает эмоциональный фон обучения, формирует учебную мотивацию у обучающихся, индивидуализирует и дифференцирует учебный процесс [2].

Степень применения технических средств обучения зависит от содержания рабочей программы изучаемой дисциплины, умений и навыков обучающихся, методики и форм проведения занятий, практических навыков самого преподавателя, наличия средств программно-методического обеспечения.

В рабочих программах учебных дисциплин по специальности "Технология и конструирование изделий легкой промышленности" заложены инновационные технологии, с помощью компьютерных программ внедренных на швейных предприятиях РК, что позволяет расширить объем изучаемой информации и разнообразие ее представления для восприятия.

Подготовка специалистов-конструкторов и технологов швейного производства осуществляется на основе программы сквозного изучения специальных дисциплин с использованием внутри- и межпредметных связей, которая начинается со

2-го курса и заканчивается на 4-м курсе сдачей государственного экзамена по специальности и защитой дипломной работы.

В этом случае использование ТСО на каждом этапе осуществляется по-разному, в зависимости от специфики дисциплины.

Процесс обучения происходит синхронно, где изложение теоретического и закрепление практического материала на лабораторных занятиях осуществляется с непрерывным использованием ТСО.

Такая методика ведения занятия позволяет студентам самостоятельно выполнять не только отдельные функции программы, но и проходить все этапы проектирования изделия, что является целью дипломного проектирования и их дальнейшей работы на производстве.

Обучающимися по специальности "ТКИЛП" осваивается такая учебная дисциплина, как "Системы автоматизированного проектирования изделий легкой промышленности", где весь процесс проектирования изделий происходит с помощью САПР "GRAFIS", "GERBER" и "Автоматизированного рабочего места – технолог".

Для процесса изучения дисциплин "Основы прикладной антропологии", "Основы конструирования и моделирования швейных изделий", объектом проектирования которых является фигура человека, характерно систематическое использование ТСО в виде презентаций Power Point или видеоматериалов.

На основе разработанной проектной документации в системе САПР "GRAFIS" по дисциплине "Проектирование изделий швейного производства" обучающиеся изготавливают опытные образцы швейных изделий в процессе освоения таких учебных дисциплин, как: "Технология легкой одежды" и "Технология верхней одежды".

За время обучения инновационным технологиям студенты получают теоретические знания, овладевают умениями, практическими навыками и компетенциями от создания модели до проектирования технологического процесса, включая разработку проектно-конструкторской документации и нормирование материала, с использованием компьютерных программ.

Таким образом, внедрение информационных технологий в учебный процесс способствует быстрой адаптации молодых специалистов к условиям производственной деятельности на современных предприятиях.

ВЫВОДЫ

Внедрение инновационных технологий на каждом этапе обучения, особенно специализированных компьютерных программ, используемых на предприятиях легкой промышленности, повышает интерес обучающегося к самому процессу обучения, что способствует развитию и закреплению профессиональных навыков.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кузнецова М.М.* Подготовка дизайнеров, конструкторов, технологов для компаний индустрии моды: какова она сегодня, и что будет завтра // Рынок легкой промышленности. – 2009, №66.
С.28…31.

2. Педагогика / Под ред. П.И. Пидкасистого. – М.: Педагогическое общество России, 1998.

REFERENCES

1. Kuznecova M.M. Podgotovka dizajnerov, konstruktorov, tehnologov dlja kompanij industrii mody: kakova ona segodnja, i chto budet zavtra // Rynok legkoj promyshlennosti. – 2009, №66. S.28…31.

2. Pedagogika / Pod red. P.I. Pidkasistogo. – M.: Pedagogicheskoe obshhestvo Rossii, 1998.

Рекомендована кафедрой технологии и конструирования изделий и товаров.
Поступила
23.06.16.

.....

№ 4 (364) ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Экономика и организация производства

Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Петрухин А.Б., Зайцева И.А., Воронов В.А., Емелин В.А. Анализ энергоэффективности воздушного теплового насоса и электрокотла в условиях текстильного и швейного производства 5

Рыбалкина З.М. Организационно-экономический механизм управления промышленным предприятием 12

Ковалев А.И., Карпушкина А.В., Волкова Е.Ю. Оптимизация цепи поставок на предприятиях легкой промышленности 17

Жангуттина Г.О., Изтаева А.А., Есайдар У.С. Анализ организационно-экономических аспектов деятельности крупных швейных предприятий 20

Материаловедение

Томилова М.В., Смирнова Н.А. Оценка стабильности структуры плетеных полотен 24

Карпенко Н.И., Карпенко С.Н. О диаграммном методе построения физических соотношений для бетонных и железобетонных элементов при объемном напряженном состоянии 28

Ройфе В.С., Верховский А.А., Запорожец А.С., Козынченко В.Б. Метрологические аспекты строительной влагометрии 34

Овсянников С.Н., Скрипченко Д.С. Исследование звукоизоляционных свойств материалов при различных статических нагрузках 40

Кулажанов Т.К., Вязигин С.В., Крученецкий В.З., Отыншиев М.Б. К выбору информативного показателя точности измерения тонины волокон шерсти с помощью электронной микроскопии 44

Ганиева Г.А., Рыскулова Б.Р. Исследование физико-механических свойств материалов спецодежды для операторов по нефтедобыче 49

Первичная обработка. Сырье

Стокозенко В.Г., Ларин И.Ю., Воронина Е.Р., Титова Ю.В., Морыганов А.П. Влияние элементаризации льноволокна на его свойства и состав примесей 54

Пучков Е.М., Безбабченко А.В., Новиков Э.В. Перспективные малозатратные технологии переработки соломы и тресты льна масличного 58

Прядение

Султанов К.С., Исмаилова С.И., Туланов Ш.Э. Экспериментальные закономерности деформирования хлопковой пряжи при растяжении 63

Максимова К.А., Роньжин В.И., Хосровян Г.А. Улучшение показателей поверхностной плотности и неровноты прочеса за счет регулирования питания чесальной машины 68

Ткачество

Демидова Е.Е., Толубеева Г.И. Алгоритм автоматизированного построения вафельного переплетения с дополнительными элементами 72

Отделка

Третьякова А.Е., Сафонов В.В. Исследование влияния поликарбоновых кислот на состояние целлюлозосодержащих материалов 76

Технология нетканых материалов

Фролова И.В., Ишанова Н.С. Усовершенствование технологии регенерации текстильных волокон из отходов в виде лоскута 82

Трикотажное производство

Ширина Л.А., Землякова И.В., Верняева И.Л., Коржева И.А. Определение длины нити в петле трикотажного полотна по его цифровому изображению на основе трехмерного сплайна …… 87

Швейное производство и дизайн

Кузьмичев В.Е., Чен Чжэ, Го Мэнна, Тисленко И.В. Экспериментальное обоснование прогнозирования компрессионного давления под трикотажной плотнооблегающей одеждой …… 91
Кокшаров С.А., Корнилова Н.Л., Радченко О.В., Никифорова Е.Н. Влияние структурных характеристик термоклеевых материалов на жесткость дублированного пакета …… 96
Рыскулова Б.Р., Жумадилова А.А., Онгарбаева З.Б., Шамшетова К.Б. Использование метода априорного ранжирования при выборе характеристик специальной одежды для арматурщиков …… 101
Джусупова-Парфилькина И.М., Нуржасарова М.А., Болысбекова Р.Т., Нуримбетова К.А. Процесс проектирования мобильной одежды для женщин, ожидающих ребенка ……. 104
Нуржасарова М.А., Смайлова У.У., Нурбай С.К., Кандидат М., Тухватулина М.М. Процесс создания конструктивных решений одежды на основе механизмов творчества 109

Текстильные машины и агрегаты

Рудовский П.Н., Палочкин С.В., Ларюшкин П.А. Влияние диссипативных свойств текстильной паковки на демпфирование колебаний в мотальном механизме текстильной машины ……..... 114
Белинис С.М., Жданов А.С., Белинис П.Г. Расчет критической скорости ротора на шариковых опорах пневмопрядильных машин ……... 117
Темирбеков Е.С., Джомартов А.А., Заурбеков Н.С., Заурбекова Г.Н. Устройство пневматической подачи уточной нити прокладчику на многоцветных ткацких станках СТБ …….. 120
Темирбеков Е.С., Заурбеков Н.С., Заурбекова Г.Н. Прочность несущих элементов подмостей ПМД-5.2М 125

Автоматизация технологических процессов

Глазунов В.Ф. Регулирование технологических параметров обрабатываемых текстильных материалов средствами автоматизированного электропривода ……... 131

Экологическая и производственная безопасность. Промтеплоэнергетика

Елин Н.Н., Макарычев А.Ф., Жуков Б.В. Моделирование процесса термической очистки емкостей от остатков вязкопластичных жидкостей ……..... 136
Бутузов А.Б., Сухов В.Н. Из опыта снижения шума на рабочих местах от инженерного оборудования (блендер) …….. 140
Гусев В.П., Леденев В.И. Проектирование оптимальной защиты от шумового воздействия систем ОВК в административных зданиях предприятий текстильной и легкой промышленности ……. 146
Лешко М.Ю., Сидорина А.В. Защита жилой застройки от шумового воздействия газовых станций 152
Умнякова Н.П., Андрейцева К.С., Смирнов В.А. Теплообмен на поверхности выступающих элементов наружных ограждений ……..... 157
Кочкин А.А., Шубин И.Л., Шашкова Л.Э., Кочкин Н.А. Проектирование звукоизоляции слоистых элементов конечных размеров …….. 161
Антонов А.И., Леденев В.И., Матвеева И.В., Шубин И.Л. Оценка распространения прямого звука от звукоизолирующих ограждений технологического оборудования текстильной и легкой промышленности …….. 167
Смирнов В.А. Особенности проектирования динамических гасителей для станков …… 173
Шмаров И.А., Земцов В.А., Гагарин В.Г., Коркина Е.В. Влияние светопропускания энергосберегающих оконных блоков на соблюдение гигиенических требований …….. 176
Кочкин А.А., Шубин И.Л., Кочкин Н.А., Киряткова А.В. О регулировании звукоизоляции слоистых вибродемпфированных элементов …….. 181

Информационные технологии

Коваленко Н.И., Буров М.С., Разин С.Н. Автоматизированный расчет выхода длинного волокна льна в процессе трепания …….. 188
Антонов А.И., Леденев В.И., Цукерников И.Е., Шубин И.Л. Компьютерное моделирование акустических параметров производственных помещений предприятий текстильной промышленности ….. 193
Кучарбаева К.Ж., Абдиманапова П.Б., Молдагажиева З.Д. Разработка автоматизированной программы в процессе изготовления изделий 198

Кулажанов Т.К., Крученецкий В.З., Сибанбаева С.Е., Вязигин С.В., Серикулова Ж.К. О роли и месте интеллектуальных компьютерных средств в образовательном процессе ……. 202

Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

Балыхин Г.А., Балыхина Т.М., Дембицкий С.Г., Свиридова А.Э. Управление профессиональными компетенциями выпускника в российском и американском вузе ……..……... 208
Дергилёва Е.Н., Бесчастнов Н.П. Реклама изделий текстильной и легкой промышленности в массовых листовках и листовочных брошюрах …… 213
Волкова Н.Г. Строительная климатология. Опыт технического нормирования …….. 217
Окунев А.Ю., Левин Е.В. Ошибки при тепловизионной съемке внутренних поверхностей ограждающих конструкций ……..... 221
Куприянов В.Н., Шафигуллин Р.И. К вопросу об ослаблении электромагнитных волн ограждающими конструкциями зданий ……..... 229
Гагарин В.Г., Гувернюк С.В., Кубенин А.С., Пастушков П.П., Козлов В.В. К методике расчета влияния ветровых воздействий на воздушный режим зданий 234
Низамова М.Н., Аухадиева З.Ж., Бессчетнова Л.В., Мизанбеков С.К., Сеитова Ф.З. Формирование дискурсивной компетенции студентов специальностей текстильного профиля 240
Бессчетнова Л.В., Низамова М.Н. Деривация как способ обогащения словаря студентов терминами текстильной промышленности 243
Мизанбеков С.К., Низамова М.Н., Сеитова Ф.З., Кульбаева А.Ж., Тлеулинова М.Б. Использование информационно-образовательной среды в подготовке будущих специалистов для текстильной промышленности 247
Сеитова Ф.З., Жилисбаева Р.О., Тлеулинова М.Б., Тастанкулова К.Т., Базарова Д.А. Особенности развития лексики системы размерных признаков, размерных инструментов и единиц измерения тела человека на материале английского и русского языков 251
Мизанбеков С.К., Кульбаева А.Ж., Егембердиева Г.М., Тастанкулова К.Т., Раева К.М. Использование средств учебного телевидения при обучении профессиональному русскому языку будущих специалистов текстильного производства 258
Утесбаева Ж.М., Бессчетнова Л.В., Низамова М.Н. Роль текстов в формировании коммуникативной компетенции студентов специальностей текстильной промышленности 261
Нурпеисова Г.М., Текеева Г.К., Смагулова Ш.К., Алматова Н.А., Еженова А.А. Этимология терминов текстильной промышленности как средство развития языка специальности 265
Григорьева О.В., Нуржасарова М.А., Скарьдова В.Б. Об эффективности использования инновационных технологий в учебном процессе 269

CONTENTS

Economics and Production Planning

Aloyan R.M., Fedoseev V.N., Petrukhin A.B., Zaitseva I.A., Voronov V.A., Emelin V.A. Analysis of Energy Efficiency of Air Heat Pumps and Electric Boilers in Textile and Clothing Production..... 5
Rybalkina Z.M. Organizational and Economic Mechanism of Management of Industrial Enterprise 12
Kovalev A.I., Karpushkina A.V., Volkova E.Yu. Supply Chain Optimization in Textile and Clothing Industry 17
Zhanguttina G.O., Iztayeva A.A., Esaydar U.S. Analysis of the Organizational and Economic Aspects of the Activity of Large Sewing Enterprises 20

Materials

Tomilova M.V., Smirnova N.A. Assess the Stability of Structure of Weaving Cloths 24
Karpenko N.I., Karpenko S.N. About Diagram Method for Construction of the Physical Proportions for Concrete and Reinforced Concrete Elements under Volumetric (Triaxial) Stress State 28
Rojfe V.S., Verkhovsky A.A., Zaporozhec A.S., Kozynchenko V.B. The Metrological Aspects of Building Materials Moisture 34
Ovsyannikov S.N., Skripchenko D.S. Research of Sound-Proof Properties of Materials at Various Static Loadings 40
Kulazhanov T.K., Vyazigin S.V., Kruchenetsky V.Z., Otynshiev M.B. To the Choice of the Informative Indicator of Accuracy of Measurement of Fineness of Wool Fibres by Means of Electronic Microscopy 44
Ganiyeva G.A., Ryskulova B.R. Study of Physical and Mechanical Properties of the Coverall's Materials for Operators of Oil Production 49

Preliminary Treatment. Raw Materials

Stokozenko V.G., Larin I.Yu., Voronina E.R., Titova Yu.V., Moryganov A.P. The Influence of Elementarization on Flax Fiber Properties and on the Composition of Additives 54
Puchkov E.M., Bezbabchenko A.V., Novikov E.V. Perspective Low-Cost Technologies of Processing of Straw and Trusts of Olive Flax 58

Spinning

Sultanov K.S., Ismailova S.I., Tulanov Sh.E. Experimental Regularities of Deformation of the Cotton Yarn at Stretching 63
Maksimova K.A., Ronghin V.I., Khosrovyan G.A., Improvement of Indicators of Area Density and not Evenness of a Proches Due to Regulation of Power Supply of the Card Machine 68

Weaving

Demidova E.E., Tolubeeva G.I. Algorithm of Automated Construction of Wafer Interlacing wich Additional Elements 72

Finishing

Tretyakova A.E., Safonov V.V. Research of Influence of Polycarboxylic Acids on a State of Cellulose Fabrics 76

Technology of Non-Wovens

Frolova I.V., Ishanova N.S. Improvement of Technology of Regeneration of Textile Fibers From Waste in the Form of a Flap 82

Knitting

Shirina L.A., Zemlyakova I.V., Vernyaeva I.L., Korzheva I.A. The Method of Determining the Thread Length in the Loop Knitted Fabrics Based on Cubic Spline 87

Sewing and Design

Kuzmichev V.E., Chen Chzhe, Go Menna, Tislenko I.V. Experimental Basement of Compression Pressure Prognosis under the Knit Tapered Slim Clothing 91
Koksharov S.A., Kornilova N.L., Radchenko O.V., Nikiforova E.N. Influence of Structural Characteristics of Interlinings on the Stiffness of Laminated Materials 96
Ryskulova B.R., Zhumadilova A.A., Ongarbaeva Z.B., Shamshetova K.B. Using of Method of Aprioristic Ranging for Choice of Characteristics of the Special Clothing for Fitters 101
Jussupova-Parfilkina I.M., Nurzhasarova M.A., Bolysbekova R.T., Nurimbetova K.A. Process of Making Mobile Clothes for Pregnant Women 104
Nurzhassarova M.A., Smailova U.U., Nurbay S.K., Kandidat M., Tukhvatullina M.M. Creating Solutions Design Clothes on the Basis of Mechanisms of Creativity 109

Textile Machines and Aggregates

Rudovsky P.N., Palochkin S.V., Laryushkin P.A. The Influence of Dissipative Properties of a Textile Bobbin for Damping Oscillations in the Winding Mechanism of a Textile Machine 114
Belinis S.M., Zhdanov A.S., Belinis P.G. Calculation of Critical Speed of the Rotor on Ball Support of Pneumospinning Machines 117
Temirbekov E.S., Jomartov A.A., Zaurbekov N.S., Zaurbekova G.N. The Pneumatic Delivery Device Weft Laying on Multi-Colored Looms STB 120
Temirbekov E.S., Zaurbekov N.S., Zaurbekova G.N. Strength of Bearing Elements of Falsework PMD-5.2 .. 125

Automation of Technological Processes

Glazunov V.F. Regulation of Technological Parameters of the Treated Textile Materials by Means of Automated Electric Drive 131

Ecological and Industrial Safety. Heat Engineering

Yelin N.N., Makarychev A.F., Zhukov B.V. Modeling of Heat Treating Containers of Balances Viscous-Plastic Fluid 136
Butusov A.B., Sukhov V.N. From the Experience of Noise Reduction in the Workplace from the Engineering Equipment (the Blender) 140
Gusev V.P., Ledenev V.I. Designing Optimal Protection Against Noise Exposure OVK Systems in Office Buildings of the Textile and Light Industry 146
Leshko M.Yu., Sidorina A.V. Protection Residential Buildings From Noise Effects of Gas Stations 152
Umnyakova N.P., Andreytseva K.S., Smirnov V.A. Heat Transfer on the Surface of the Protruding Elements of the Outdoor Enclosures 157
Kochkin A.A., Shubin I.L., Shashkova L.E., Kochkin N.A. Design of Sound Insulation of Layered Elements of the Finite Sizes 161
Antonov A.I., Ledenev V.I., Matveeva I.V., Shubin I.L. Estimates of the Prevalence Direct Sound From the Sound-Insulating Fences Technological Equipment of Textile and Light Industry 167
Smirnov V.A. Design of Tuned Mass Damper for Weaving Machines 173
Shmarov I.A., Zemtsov V.A., Gagarin V.G., Korkina E.V. The Influence of Light Transmission Rate Energy Saving Window Units for Compliance with Hygienic Requirements 176
Kochkin A.A., Shubin I.L., Kochkin N.A., Kiryatkova A.V. On the Regulation of Sound Insulation Laminated Vibrodamping Elements 181

Information Technologies

Kovalenko N.I., Burov M.S., Razin S.N. Automated Calculation of the Output of Long Flax Fibres in the Scutching Process 188
Antonov A.I., Ledenev V.I., Tsukernikov I.E., Shubin I.L. Computer Simulation of the Acoustic Parameters of Industrial Premises of Textile Industry 193
Kucharbaeva K.Zh., Abdimanapova P.B., Moldagazhieva Z.D. Development of Automated Program in the Process of Manufacturing Products 198
Kulazhanov T.K., Kruchenetsky V.Z., Sibanbaeva S.E., Vyazigin S.V., Serikulova Zh.K. The Role and Place of Intellectual Computer Flows in the Educational Process 202

Experience Exchange, Criticism and Bibliography. Short Items

Balykhin G.A., Balykhina T.M., Dembitsky S.G., Sviridova A.E. The Management of Professional Competencies of Graduates in Russian and American Universities 208
Dergilyova E.N., Beschastnov N.P. Advertising of Products of Textile and Light Industry in Mass Flyers and Leaflets Brochures 213
Volkova N.G. Building Climatology.Experience of Technical Rationing 217
Okunev A.Yu., Levin E.V. Errors of Thermographing for Walling Inner Surfaces 221
Kupriyanov V.N., Shafigullin R.I. To the Question of the Weakening of Electromagnetic Waves Enclosing Structures of Buildings 229
Gagarin V.G., Guvernyuk S.V., Kubenin A.S., Pastushkov P.P., Kozlov V.V. Methods for Calculating the Influence of Wind Effects on Air Mode of Buildings 234
Nizamova M. N., Aukhadiyeva Z. Zh., Beschetnova L.V., Mizanbekov S.K., Seitova F.Z. Formation of the Discourse Competence of the Students of Textile Profile's Specialties 240
Beschetnova L.V., Nizamova M.N. Derivation as a Method of Concentration of Student's Vocabulary of Textile Terms 243
Mizanbekov S.K., Nizamova M.N., Seitova F.Z., Kulbaeva A.Zh., Tleulinova M.B. Use of Information and Educational Environment in the Preparation of Future Specialists of Textile Industry 247
Seitova F.Z., Zhilisbaeva R.O., Tleulinova M.B., Tastankulova K.T., Bazarova D.A. The Peculiarities of Development of Clothing Sizes Lexis, Dimensional Instruments and Human Body Units of Mesaurements on the Materials of English and Russian Languages 251
Mizanbekov S.K., Kulbaeva A.Zh., Egemberdieva G.M., Tastankulova K.T., Raeva K.M. The Use of Educational Television in Professional Russian Language Teaching Future Engineers of Textile Industry 258
Utesbaeva Zh.M., Beschetnova L.V., Nizamova M.N. A Role of Texts Is in Forming of Communicative Competense of Students of Specialities of Textile Industry 261
Nurpeissova G.M., Tekeeva G.K., Smagulova Sh.K., Almatova N.A., Ezhenova A.A. Etymology of the Term Textile Industry Language As A Means of Specialties 265
Grigoreva O.V., Nurzhassarova M.A., Skardova V.B. On Efficiency of Innovation Technologies in Educational Process 269