

**ВКЛАД НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
В ОБЛАСТИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
И ЭКОЛОГИИ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА
В ПОВЫШЕНИЕ ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТИ**

М.Н. ГЕРАСИМОВ

профессор, докт. техн. наук, член редколлегии журнала, зам. главного редактора

(Ивановская государственная текстильная академия)

Решение о введении в 1985 г. в структуру журнала раздела "Экология и промышленная энергетика" было обусловлено тем, что к этому периоду времени объем поступающих в журнал статей названной тематики превысил объемы некоторых существующих разделов. Сложившаяся ситуация привела к задержке публикаций статей обозначенного направления, в то время как вопросы и проблемы, обсуждаемые и решаемые в них, были так же важны для текстильной отрасли, как и тематика статей разделов журнала по основным технологическим переходам производства текстильной продукции.

В статьях экологического направления, публикуемых в разделе "Экология и промышленная энергетика", рассматриваются теоретические аспекты и практические задачи обеспечения требуемых санитарно-гигиенических условий в зоне обслуживания технологического текстильного оборудования, а также снижения отрицательного воздействия на природу отработанных газоздушных выбросов и сточных вод, отводимых от текстильных предприятий.

В публикациях В.Н. Талиева (МТИ) приводятся результаты теоретических исследований аэродинамики узлов чесальных машин, методики расчета приточной и вытяжной вентиляции производственных помещений текстильных предприятий. Ряд статей (Н.М. Махов, А.М. Осипов, ИГТА) посвящены вопросам кондиционирования воздуха в цехах текстильных предприятий.

В этих публикациях выданы практические рекомендации и предложены разработанные авторами технические решения по оптимизации данных систем, улучшающих работу оборудования чесальных и ткацких производств.

Этим же проблемам посвящен ряд публикаций ученых ИГТА (В.Я. Маринич, Н.М. Махов, А.М. Осипов) по улучшению работы фильтра пневмопрядильных машин БД-200 и ученых КГТУ (В.М. Каравайков, Ю.В. Солодов) по совершенствованию аэродинамического контура сушилок для обезвоживания паковок пряжи с целью повышения производительности данного оборудования.

Значительное внимание в публикациях раздела посвящено снижению вредного влияния на организм обслуживающего персонала шума от работы технологического и вспомогательного оборудования. Особо следует выделить работы ученых МГТУ. В статье Л.К. Белецкого приводятся результаты исследований акустической мощности механизма зарядки челнока утком и применения вибродемпфирующих материалов для снижения шума от работы многозвонной ткацкой машины.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований представлены в статьях О.С. Кочетова (МГТУ). На основании результатов его теоретических и экспериментальных исследований разработана эффективная методика расчета уровней звукового давления на рабочих местах производственных помещений от дейст-

вующего технологического и вспомогательного оборудования. Методика использована автором при разработке рекомендаций для выбора эффективных звукопоглощающих материалов для облицовки стен и потолков, звуко- и вибропоглощающих конструкций оборудования, при проектировании вентиляционных систем с минимальным уровнем производимого шума.

На конкретных примерах показано, что внедрение предложенных автором разработок по снижению шума в производственных цехах прядильных, ткацких и отделочных производств текстильных предприятий повышает производительность обслуживающего персонала на 10...20%.

Коллективом ученых под руководством Б.С. Сажина (МГТУ) в цикле статей рассмотрены результаты аналитических и экспериментальных исследований особенностей аэродинамики газовых потоков в пылеуловителях. Представлено математическое описание течения газа через фильтровальную ткань, учитывающее важную особенность эксплуатации пылеулавливателей – широкий диапазон изменения скоростей очищаемого воздуха (число Маха от $M < 0,1$ до $M \approx 1$).

Авторами разработаны теоретические основы и расчетные зависимости аэродинамики закрученных газовых потоков, которые использованы при разработке конструкции пылеуловителей, обладающей пониженными показателями металлоемкости и высокой эффективностью очистки воздуха от пыли. Промышленные испытания пылеуловителей ВЗП-800 в условиях хлопкоочистительных заводов доказали, что они обеспечивают очистку воздуха на 98...99%.

Вопросам биохимической очистки вентиляционного воздуха в цехах отделочного производства посвящена публикация В.В. Карелиной (МТИ). Автор убедительно доказала перспективность использования для этих целей дешевых биологически активных материалов (компост, древесные опилки, торф). Достигаемая при этом степень очистки составляет 90...98% при сравнительно невысоких капитальных и эксплуатационных затратах.

В статье Н.Н. Свечиной с соавторами (Ивановский ИСИ) приводятся результаты исследования применения для очистки окрасочных сточных вод красильно-отделочного производства в качестве коагулянтов солей сульфата алюминия, хлорида и сульфата железа, что позволило полностью выделить из стоков в виде осадка поверхностно-активных веществ анионного типа, а степень удаления неионогенных загрязнений составила 30...40%.

Не оставлены в разделе вниманием и вопросы повторного использования теплоты отработанных газовых выбросов и сточных вод текстильного производства. В статье Ф.И. Глушкова, М.Н. Морозова (КТИ) приведены результаты конструктивной оптимизации пластинчатых рекуперативных теплоутилизаторов ТП.05-Т2.РК, позволившей повысить на 16% их теплопроизводительность.

В статье М.Н. Герасимова (ИГТА) приводятся конструкция и теплотехнические характеристики нового компактного теплоутилизатора жидкость-жидкость. Теплообменник может агрегироваться с любым видом промывного оборудования поточных линий (ЛКС, ЛПС). Производительность теплообменника по нагреваемой воде – до $6 \text{ м}^3/\text{ч}$, тепловая мощность 300кВт.

Наибольшее количество публикаций данного раздела журнала посвящено результатам исследований, направленных на изыскание возможностей повышения эффективности технологических процессов обработки текстильного материала и, в первую очередь, процессов отделочного производства. Как правило, это достигается за счет изучения, аналитического описания и последующей оптимизации тепло-массообменных процессов между волокнистым материалом и обрабатывающей средой (газовой или жидкой). Указанные процессы имеют место в операциях многих технологических процессов отделки текстильных материалов.

В связи с этим большое внимание в публикациях уделено определению теплотехнических, влажностных, фильтрационных и других характеристик текстильных

материалов. В статье В.И. Щербакова и Ю.М. Ермишина (МТИ) приводятся данные комплексного экспериментального исследования теплофизических, гигротермических и терморadiационных характеристик тонкосуконных тканей и эмпирические зависимости этих коэффициентов от температуры и влажности. Для широкого ассортимента тканей различного волокнистого состава Р.В. Луцык с сотрудниками (Киевский ТИЛП) приводят значения коэффициентов внешнего тепло- и массопереноса. Эти данные позволили значительно повысить точность теплотехнических расчетов при тепловых обработках текстильных материалов.

В работе В.Ю. Незгады (Литовский НИИТП) приводятся результаты исследования взаимосвязи влажности основной пряжи с показателем ее обрывности в качестве и пути снижения этого показателя. В статьях В.А. Реутского, М.К. Кошелевой с соавторами (МГТУ) приведены экспериментальные данные по сорбционно-структурным характеристикам хлопчатобумажных и шерстяных тканей и нетканых материалов различной поверхностной плотности и различной степени их подготовки.

Указанные характеристики использованы для расчета и эффективного построения таких технологических процессов, как пропитка, сушка, промывка, крашение и другие энергоемкие операции текстильного отделочного производства.

В работе И.П. Корнюхина и И.В. Пятенкова (МГТУ) приведено описание экспериментальных установок для определения продольной и поперечной составляющих коэффициентов проницаемости полотна ткани при ее обдуве, имеющих важное значение при определении теплозащитных свойств одежды.

Практически в любом технологическом процессе обработки волокнистого материала, в котором в качестве обрабатывающей среды используется жидкость, операцией, определяющей конечное качество обработки, является пропитка. Изучению особенностей процессов движения и равновесия влаги в текстильных материалах при их

контакте с жидкостью посвящены работы И.П. Корнюхина с соавторами (МГТУ). Предложено уравнение, позволяющее рассчитывать термодинамическое равновесие во влажных тканях. Разработана методика изучения процесса капиллярного впитывания жидкости волокнистым материалом с учетом сил тяжести и геометрии каналов его капиллярной структуры.

В цикле статей М.Н. Герасимова и его аспирантов (ИГТА) дано обоснование теории процесса пропитки волокнистых систем, учитывающей особенности их поровой структуры и закономерности диффузионных и капиллярных явлений, протекающих при заполнении текстильного материала пропитывающей жидкостью. Предложены формулы для расчета кинетики этого процесса применительно к тканям. Теоретически обоснованы способы интенсификации и повышения эффективности процесса пропитки волокнистых систем.

Наиболее энергозатратными при отделке тканей являются технологические операции сушки и термообработки. Этим обусловлено значительное количество публикаций на тему изучения и аналитического описания механизма этих процессов, изыскания путей повышения их эффективности как в плане снижения теплопотребления, так и с целью повышения качества обрабатываемого текстильного материала.

Значительный вклад в решение этих проблем внесли ученые МГТУ. В публикациях Б.С. Сажина, В.А. Реутского, Е.Н. Бершева, И.П. Корнюхина, Ю.М. Ермишина совместно с их аспирантами и докторантами приводятся результаты аналитических и экспериментальных исследований конвективного (с продольным и сопловым обдувом материала), кондуктивного, радиационного и комбинированного способов сушки тканей. Предложен новый подход к выбору типов оборудования для сушки дисперсных материалов во взвешенном состоянии. Метод основан на классификации влажных материалов как объектов сушки. Приводятся методики расчета кинетики этих процессов на осно-

ве обобщенного уравнения массопереноса, предложенного Б.С. Сажиним.

Теория и практика доказала, что кондуктивная сушка тканей в барабанных сушилах обладает сочетанием высокой интенсивности и экономичности, что выгодно отличает ее от конвективного и радиационного способов. Однако особенности внутреннего влагопереноса при контактном подводе теплоты к высушиваемому материалу не позволяли использовать его в тех видах отделки, при которых ткань пропитана водным раствором красителей или отделочных препаратов. При контактной сушке имеет место отложение нелетучих веществ обрабатывающего раствора преимущественно в поверхностных слоях текстильного полотна. Это приводит к непрокрасу толщи ткани или к снижению устойчивости показателей отделки текстильного материала.

М.Н. Герасимов (ИГТА), экспериментально исследовав механизм кондуктивной сушки, предложил способ управления внутренним влагопереносом по толщине текстильного полотна при таком способе его сушки. Это достигается за счет осуществления интенсивного отсоса выделяющихся паров от открытой поверхности высушиваемого полотна. Автором предложена аналитическая зависимость, позволяющая по температуре греющей поверхности, параметрам отсоса и характеристике высушиваемого полотна рассчитывать и управлять соотношением между долями влаги, испаренной в слоях ткани у ее открытой поверхности и в ее внутренних слоях.

Разработан опытный образец сушильной установки контактно-отсосного типа. Его испытания в производственных условиях, совместно со специалистами ИвНИТИ (Т.Д. Захарова с сотрудниками), подтвердили возможность применения данного типа сушилок в технологических процессах химической отделки тканей водными растворами нелетучих компонентов (крашение, различные виды спецотделки), взамен менее производительного сушильного оборудования конвективного типа, без ухудшения качества обработки текстильного материала.

Сушильная машина контактно-отсосного типа СБМО2-8/140 выпущена объединением "Ивтекмаш" и включена в состав поточной линии ЛЗО-140-1 для заключительной отделки тканей, что позволило увеличить ее производительность на 40% при обеспечении высокого качества отделки ткани.

Значительное внимание уделено в разделе и другому энергоемкому процессу – термообработке тканей, который используется при фиксации на волокнистом материале некоторых видов красителей и отделочных препаратов. Большой вклад в исследование особенностей процесса нагрева волокнистого материала, выбора наиболее эффективного способа подвода к нему теплоты внесли В.П. Капустин, П.И. Попов, Е.А. Тортев (ИвНИТИ).

На основании результатов этих исследований авторами разработана универсальная радиационная термокамера (УРТК) с трубчатыми кварцевыми электрическими излучателями. Конструкция камеры компактна, удобна для агрегирования с оборудованием поточных отделочных линий, позволяет проводить процесс термообработки тканей с относительно низкими энергетическими затратами. Установка УРТК имеет машиностроительный вариант в трех модификациях на рабочую ширину 120, 140 и 180 см. В дальнейшем авторы разработали модификацию такого оборудования, заменив хрупкие кварцевые трубчатые излучатели на плоские излучатели на основе слюдопластов. Это повысило эксплуатационную надежность камеры и увеличило равномерность нагрева текстильного полотна по его поверхности.

В процессах промывки к проблемам снижения энергозатрат и повышения производительности при работе промывного оборудования добавляются не менее актуальные проблемы снижения водопотребления. В статьях М.И. Давидзона (Ивановский государственный университет) представлены данные по коэффициентам тепло- и массопереноса с их использованием при математическом описании процесса промывки волокнистых материалов.

Проведенный анализ позволил автору предложить несколько эффективных методов интенсификации процесса промывки: за счет магнитной обработки промывной воды, приводящей к возникновению разности химических потенциалов, и за счет применения принудительной фильтрации промывной жидкости через толщу текстильного материала.

В работах В.А. Реутского, М.К. Кошелевой, А.А. Щеголева (МГТУ им. А.Н. Косыгина) предложены уравнения, описывающие кинетику промывки тканей, напечатанных различными классами красителей. Авторы предложили для процесса промывки тканей использовать ультразвук, что не только интенсифицирует процесс, но и улучшает экологическую безопасность красильно-отделочных производств текстильных предприятий.

В статьях В.И. Смирнова, Н.Ф. Калабина, С.Л. Халезова (ИГТА) приведены результаты теоретического анализа и экспериментальных исследований различных способов интенсификации процесса промывки текстильных полотен, в том числе промывки тканей в газожидкостных смесях и с электроактивированием промывного раствора. Предложены расчетные зависимости кинетики этих процессов, учитывающие влияние основных технологических факторов и конструктивных особенностей промывного оборудования. Разработан метод графического расчета промывного оборудования, который принят машиностроительным институтом НИ-ЭКМИ при проектировании данного вида промышленного оборудования.

На страницах данного раздела журнала опубликован ряд статей, отражающих результаты научных исследований, проведенных в рамках комплексной работы по применению паровых сред для повышения эффективности различных технологических процессов производства текстильной продукции. Работа выполнялась творческим коллективом ученых ивановских вузов ИГТА (М.Н. Герасимов, П.Е. Парфенов), ИГХТУ (Б.Н. Мельников, Ф.Ю. Телегин), научно-исследовательского института ИвНИТИ (Т.Д. Захарова, В.В. Козлов,

В.А. Курилова) при участии специалистов ряда ивановских текстильных предприятий и проектных организаций.

Авторами проведены глубокие теоретические и экспериментальные исследования тепломассообменных процессов, протекающих при обработке волокнистого материала в паровой среде. Получены аналитические зависимости, описывающие кинетику процессов, одновременно протекающих при запаривании волокнистого материала: нагрева и увлажнения текстильного материала, релаксации его волокон, а также процесса удаления воздуха из поровой структуры волокнистого материала.

С помощью полученных результатов авторами разработаны ресурсосберегающие технологии и опытные образцы оборудования для их промышленной реализации, широкая апробация которых в процессах шлихтования пряжи, расшлихтовки, беления, крашения, при специальных видах отделки и промывки тканей, подтвердили получение текстильного продукта с улучшенными качественными показателями при одновременном сокращении на 10...15% удельного расхода химических препаратов, уменьшении на 20...60% удельных затрат энергии на обработку и повышении на 20...60% производительности оборудования.

Результаты работы внедрены на тридцати текстильных предприятиях России и стран СНГ и использованы машиностроительным объединением "Ивтекмаш" при разработке и серийном производстве поточных отделочных линий марок ШБ-11/180-3, ЛКС-140-12, ЛЗО-140-2, ЛРБ-180.

Применение камеры предварительного запаривания питающей ленты при пневмомеханическом способе формирования пряжи позволило на 9% повысить ее относительную разрывную нагрузку и на 22% улучшить показатель качества готовой пряжи. Увлажнение волокнистой ленты при ее запаривании в зоне питания прядильной машины снизило количество микропыли, что улучшило санитарно-гигиенические условия в зоне обслуживания.

За время существования в журнале раздела “Экология и промтеплоэнергетика” в нем было опубликовано более 300 статей. Результаты представленных в них исследований широко внедрены в технику и технологию текстильного производства, что позволило внести значительный вклад в повышение его эффективности, значительно снизить отрицательное воздействие на обслуживающий персонал используемого оборудования, а на окружающую среду – выбросов отработанных рабочих сред.

Ряд этих разработок вошли в комплексные работы, отмеченные Государственными премиями Правительства Рос-

сийской Федерации в области науки и техники за 2000 и 2004 гг., а их авторам присвоены почетные звания лауреатов указанных премий.

Результаты многих публикаций данного раздела составили основу защищенных диссертационных работ на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук, а также включены в учебно-методические материалы, используемые в учебном процессе высших учебных заведений текстильного профиля.

Поступила 01.10.07.
