

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА
КОМПОЗИТНОГО СЛОИСТОГО ТЕКСТИЛЬНОГО ИЗДЕЛИЯ
ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЕТОННОГО ПОЛОТНА**

**DEFINITION OF QUALITY INDICATORS OF
COMPOSITE LAYERED TEXTILE PRODUCT
FOR THE PRODUCTION OF CONCRETE CLOTH**

Е.Р. КОРМАШОВА, Н.А. ГРУЗИНЦЕВА, В.А. ЗЯБЛОВ, Б.Н. ГУСЕВ
E.R. KORMASHOVA, N.A. GRUZINTSEVA, V.A. ZYABLOV, B.N. GUSEV

(Ивановский государственный политехнический университет)

(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: k_mtsm@ivgpu.ru

На рынке строительных материалов и изделий широко используются композитные материалы, армированные различными анизотропными элементами в виде волокон, нитей, ровингов, текстильных полотен плоской и пространственной формы. Повышенный спрос на подобные материалы и изделия обусловлен увеличением сложности, обеспечением заданной функциональности и надежности архитектурных и строительных проектов при возведении различных зданий и сооружений. Одним из таких инновационных строительных материалов, который сравнительно недавно появился на потребительском рынке, является бетонное полотно, где в качестве армирующей конструкции применяется композитное слоистое текстильное изделие, выполненное из тканых (трикотажных) и нетканых полотен технического назначения.

В работе на основе анализа нормативной литературы и экспериментальных исследований основных показателей качества текстильных полотен предложены варианты компоновки композитного слоистого текстильного изделия для изготовления бетонного полотна на основе конструкции волокнистого теплоизоляционного прошивного мата. Уточнена номенклатура показателей качества исходных текстильных полотен, необходимая для установления номенклатуры показателей качества композитного текстильного изделия. С учетом известных данных по нормативным (базовым) значениям показателей качества исходных текстильных полотен и мембранной пленки спрогнозированы нормативные значения определяющих показателей качества композитного текстильного изделия.

In the market of building materials and products, composite materials reinforced with various anisotropic elements in the form of fibers, threads, roving, flat and spatially molded textile fabrics are widely used. The increased demand for such materials and products is due to the increase in complexity, ensuring the specified functionality and reliability of architectural and construction projects during the construction of various buildings and structures. One of these innovative building materials that has recently appeared on the consumer market is concrete fabric, where a composite layered textile product made of woven (knitted) and non-woven materials for technical purposes is used as a reinforcing structure.

In this work, based on an analysis of regulatory literature and experimental studies of the main indicators of the quality of textile fabrics, options for the layout of a composite layered textile product for the manufacture of a concrete sheet based on the design of fibrous thermoplastic are considered. An insulating stitched mat is proposed. The nomenclature of quality indicators of initial textile fabrics, necessary to establish the nomenclature of quality indicators of a composite textile product, has been clarified. Taking into account the known data on the standard (basic) values of quality indicators of the original textile fabrics and membrane film, the standard values of the defining quality indicators of a composite textile product are predicted.

Ключевые слова: бетонное полотно, армирование, композитное текстильное изделие, показатели качества, нормативные значения.

Keywords: concrete sheet, reinforcement, composite textile product, quality indicators, standard values.

Введение

Строительные композитные материалы, армированные различными анизотропными элементами в виде волокон, ровингов, нитей разнообразного строения, текстильными полотнами плоской и пространственной формы [1...5], сегодня широко используются в различных областях строительства. Повышенный спрос на подобные материалы и изделия обусловлен увеличением сложности, обеспечением заданной функциональности и надежности архитектурных и строительных проектов при возведении различных зданий и сооружений.

Одним из таких инновационных строительных материалов, который сравни-

тельно недавно появился на потребительском рынке, является бетонное полотно (рис. 1, а), где в качестве армирующей конструкции применяется композитное слоистое текстильное изделие, выполненное из тканых (трикотажных) и нетканых полотен технического назначения. Области применения бетонного полотна достаточно широкие. Это прежде всего строительство траншей, каналов, водоотводов (рис. 1, б), подавление растительности, стабилизация и защита склонов (например, при строительстве автомобильных дорог), создание объектов архитектурного дизайна (рис. 1, в).



а)



б)



в)

Рис. 1

Преимущества бетонного полотна по сравнению с другими видами строительных материалов состоят в их устойчивости к гидрологическим нагрузкам и резким перепадам температур, к ультрафио-

летовому излучению, водонепроницаемости и химической стойкости к щелочам, кислотам, минеральным маслам и растворителям и, безусловно, быстром монтаже строительных изделий (конструкций) не-

обходимой конфигурации. Монтаж бетонного полотна для создания требуемой конструкции может осуществляться как в сухом виде с последующей поливкой изделия водой для осуществления процесса гидратации, так и в готовом (затвердевшем) виде.

Объект и методы исследования

Армирующим каркасом в бетонном полотне, производимом, в частности, предприятием ООО «Конкрит Кэнвас Раша» (Московская область) в соответствии с требованиями ТУ 23.64.10-001-02544849-2017 «Полотно бетонное», представленного в СТО 56910145-025-2017, является композитное слоистое текстильное изделие, включающее тканое и нетканое полотна, которые изготавливаются из полиэфирных волокон и нитей, с водонепроницаемой подкладкой из поливинилхлорида (ПВХ). Основным технологическим требованием к ним является необходимость пропускать и впитывать воду.

Способов формирования композитных слоистых текстильных изделий с использованием технических (например, геотекстильных) полотен можно выделить несколько (см., например, патент ИВГПУ на полезную модель №172004 РФ «Листовой композитный теплоизоляционный материал» и исследование [6]). Однако по существу технология производства исследуемого композитного слоистого текстильного изделия принципиально не отличается от производства теплоизоляционных матов на основе минерального и стеклянного волокна, выпускаемых различными российскими промышленными предприятиями, например, в соответствии с ГОСТ 21880-2011 «Маты из минеральной ваты прошивные теплоизоляционные. Технические условия», где под прошивным матом понимают гибкое волокнистое теплоизоляционное изделие, которое может быть облицовано тканью (базальтовой, кремнеземной, стеклотканью), а также предусмотрена его прошивка нитями или ровингами сплошными швами в продольном или поперечном направлении, где расстояние между швами и шаг шва могут нормироваться.

Для достижения поставленной цели исследования в направлении определения показателей качества и прогнозирования их нормативных значений для композитного слоистого текстильного изделия, предназначенного для изготовления бетонного полотна, воспользуемся, в частности, требованиями ГОСТ 21880-2011 к прошивным теплоизоляционным матам.

Результаты и обсуждения

Вид тканого полотна в ТУ 23.64.10-001-02544849-2017 не определен. Предъявлено лишь одно технологическое требование, а именно: полотно должно пропускать воду. Данное требование успешно выполняют такие по виду текстильные полотна, как трикотажное и тканое, а также тканая сетка с соответствующими характеристиками пористости.

Производство трикотажного технического полотна из синтетических (полиэфирных) нитей как одного из возможных компонентов композитного текстильного изделия требует наличия соответствующего оборудования и больших трудозатрат в отличие от хорошо налаженного производства тканых полотен соответствующей пористой (разреженной) структуры. Однако основным недостатком тканых полотен, изготовленных из полиэфирных нитей, является их низкая связность (F) между основными и уточными нитями, а именно порядка $F = 3 \dots 5$ Н, по сравнению с тканой сеткой ($F = 12 \dots 17$ Н) [7]. В тканых сетках имеет место перевивочное переплетение нитями основы утка с соответствующими характеристиками раппорта (R): $R_o = R_y = 2$. При этом ассортимент тканых сеток достаточно широкий [8]. На потребительском рынке используются тканые сетки как с постоянным, так и с переменным шагом основных нитей.

На кафедре МТСМ ИВГПУ при решении данной проблемы проведены экспериментальные исследования образцов трикотажных и тканых полотен, а также тканой сетки из полиэфирных нитей линейной плотности 230 текс по показателям связности нитей, пористости и прочности полотен при их растяжении. Полученные данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	Вид полотна		
	трикотажное	тканое	сетка
Связность нитей, Н	13...15	3...5	12...17
Площадь пор относительно площади 1 дм ² , %	21	19	60
Разрывная нагрузка, кН/м	53/32	75/46	26/24
Себестоимость производства, руб. на м ²	90	55	30

Результаты исследований показывают, что в текстильном слоистом композите для производства бетонного полотна предпочтительно использовать тканую сетку (в частности, по показателям связности нитей и себестоимости) требуемой пористости. Для подбора тканой сетки по этому показателю можно воспользоваться рекомендациями ГОСТ Р 55225-2017 «Сетки

из стекловолокна фасадные армирующие щелочестойкие. Технические условия».

Для выбора необходимого ассортимента тканой сетки и трикотажного полотна по критерию «площадь поры S_n » приведем в табл. 2 соответствующие аналитические выражения по необходимым показателям их строения. Отметим, что длину нити в петле $L_{нп}$ трикотажного полотна определяли с учетом [9].

Таблица 2

Показатель	Взаимосвязь с параметрами	Обозначения
Для тканой сетки с постоянным шагом		
Площадь поры, мм ²	$S_n = a_o \cdot b_y$	d _o , d _y – диаметр основы (o) и утка (y), мм; П _o , П _y – плотность по основе и утку, нит/дм
Длина поры, мм	$a_o = d_o[(100/E_o) - 1]$	
Ширина поры, мм	$b_y = d_y[(100/E_y) - 1]$	
Линейное заполнение по основе, %	$E_o = d_o \cdot P_o$	
Линейное заполнение по утку, %	$E_y = d_y \cdot P_y$	
Для трикотажного полотна простого кулирного переплетения		
Площадь поры, мм ²	$S_n = A \cdot B - S_{нп}$	П _г – плотность трикотажного полотна по горизонтали, число петельных столбиков на 1дм; П _в – плотность трикотажного полотна по вертикали, число петельных рядов на 1 дм; L _{нп} – длина нити в петле, мм; d _н – диаметр нити, мм
Петельный шаг, мм	$A = 100 / P_g$	
Высота петельного ряда, мм	$B = 100 / P_v$	
$S_{нп}$ – площадь, занимаемая нитью в петле, мм ²	$S_{нп} = L_{нп} \cdot d_n$	

Нетканое полотно требуемой толщины, включенное в композитное текстильное изделие, насыщают сухой цементно-песчаной смесью. Для данной составляющей композитного изделия можно использовать полиэфирное полотно необходимой поверхностной плотности, произведенное в соответствии с требованиями СТО 63165618-002-2010 «Полотна нетканые геотекстильных марок «Геоманит» для строительства».

При выборе мембранной пленки для достижения технологического требования, не позволяющего пропускать цементно-песчаную смесь и влагу из композитного текстильного изделия, придерживались

указаний ГОСТ Р 56704-2022 «Мембрана полимерная гидроизоляционная из поливинилхлорида. Технические условия».

Для прошивки композитного слоистого текстильного изделия можно воспользоваться прошивочным станком марки СМТ-248 (Россия), предназначенным для производства прошивных теплоизоляционных матов в соответствии с требованиями ГОСТ 21880-2011, с применением синтетических армированных швейных ниток номинальной толщины от 50 до 100 текс марки «Экстра», изготовленных в соответствии с требованиями ГОСТ 6309-93 «Нитки швейные хлопчатобумажные и синтетические».

Таблица 3

Объект исследования	Технологическое требование	Свойства эксплуатационной надежности	Нормативные документы
Бетонное полотно	1. Задерживать влагу в изделии в процессе гидратации. 2. Принимать требуемую форму. 3. Противодействовать нагрузкам при внешнем воздействии.	Толщина Плотность Прочность на растяжение Прочность на сжатие Прочность на изгиб Прочность при ударе Усилие на продавливание Жесткость (гибкость) Износостойкость Морозостойкость Водопоглощение	ТУ 23.64.10-001-02544849-2017 (СТО 56910145-025-2017)
Композитное слоистое текстильное изделие (прошивной мат)	1. Осуществлять каркасное армирование. 2. Удерживать сухую цементно-песчаную смесь. 3. Пропускать воду.	<i>Номинальные:</i> Толщина Плотность <i>Прогнозируемые:</i> Прочность (на растяжение) Жесткость (гибкость) Насыщаемость цементно-песчаной смесью	ГОСТ 31309-2005 ГОСТ 21880-2011 ГОСТ 32313-2020.
Тканая сетка (трикотажное полотно)	1. Пропускать сухую цементно-песчаную смесь. 2. Пропускать воду.	Пористость Прочность на растяжение	ГОСТ Р 55225-2017
Нетканое полотно	Удерживать сухую цементно-песчаную смесь.	<i>Номинальные:</i> Толщина Плотность <i>Эксплуатационные:</i> Пористость Прочность на растяжение	СТО 63165618-002-2010.
Мембранная пленка	Не пропускать цементно-песчаную смесь и влагу.	Водонепроницаемость Прочность Удлинение Гибкость	ГОСТ Р 56704-2022
Нитки (ровинги)	Соединять составляющие композитного текстильного изделия	Толщина Прочность	ГОСТ 6309-93

В табл. 4 с учетом рекомендаций [10...12] по прогнозированию свойств различных видов текстильных материалов установлены на основе действующих стандартов (табл. 3) нормативные значения для определяющих показателей качества тканой сетки (ТС), трикотажного по-

лотна (ТП), нетканого полотна (НП) и мембранной пленки (МП) толщиной 1 мм, а также в совокупности для основных показателей качества композитного слоистого текстильного изделия (КСТИ) толщиной 5 мм для бетонного полотна марки СС5.

Таблица 4

Свойство	Показатели качества, единицы измерения	Прогнозируемые нормативные значения				
		ТС	ТП	НП	МП	КСТИ
Плотность	Поверхностная плотность, кг/м ²	0,150	0,230	0,450	0,120	0,720
Прочность	Разрывная нагрузка (усилие) в продольном направлении, кН	2,0	0,3	1,0	0,8	3,8
	Разрывная нагрузка (усилие) в поперечном направлении, кН	2,0	0,3	0,8	0,8	3,6
Деформация	Относительное удлинение при разрыве по основе (продольное направление), %	5	>120	80	200	5
	Относительное удлинение при разрыве по утку (поперечное направление), %	5	>100	80	200	5
Насыщенность цементно-песчаной смесью	Объемная плотность вместе с цементно-песчаной смесью, кг/м ³					1500

В технических условиях ТУ 23.64.10-001-02544849-2017 на бетонное полотно не предусмотрены рекомендации по выбору оптимального состава сухих цементно-песчаных смесей в зависимости, например, от значений поверхностной плотности нетканого полотна. Отмечено только, что должны использоваться смеси на основе глиноземных цементов. Очевидно, общие рекомендации по выбору состава сухих цементно-песчаных смесей необходимо разрабатывать с учетом межгосударственного стандарта ГОСТ 31357-2007 «Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Общие технические условия» применительно к легким бетонам.

ВЫВОДЫ

1. Предложены варианты компоновки композитного слоистого текстильного изделия для изготовления бетонного полотна на основе стандартной конструкции волокнистого теплоизоляционного прошивного мата.

2. Уточнена номенклатура показателей качества исходных текстильных полотен, необходимая для установления соответствующей номенклатуры показателей качества композитного слоистого текстильного изделия.

3. На основе систематизации нормативных данных по исходным текстильным полотнам и мембранной пленке спрогнозированы значения определяющих показателей качества композитного слоистого текстильного изделия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев Б.Н., Матрохин А.Ю., Грузинцева Н.А., Лысова М.А. Обеспечение качества технического текстиля для производства строительных изделий на различных этапах жизненного цикла // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2023. № 2. С. 69...78.
2. Есиркепова А.М., Абельданова А.Б., Тулеметова А.С. и др. Технический текстиль: перспективы и развитие рынков потребления // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2019. №1. С. 104...112.
3. Румянцев Е.В., Степанов С.Г., Киселев М.В. и др. Полимерные композиционные материалы на

волокнистой основе: тенденции развития, характеристики, научные направления и технологии // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2021. № 6. С. 14...20.

4. Столяров О.Н. Текстильно-армированный бетон: монография. СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. 122 с.

5. Столяров О.Н., Горшков А.С. Применение высокопрочных текстильных материалов в строительстве // Инженерно-строительный журнал. 2009. №4. С. 21...25.

6. Quadflieg T., Stolyarov O., Gries T. Carbonfaserbewehrung als Sensor für Bauwerke / Beton-und Stahlbetonbau. 2017. №8. P. 541...544.

7. Цыбышева А.А., Грузинцева Н.А., Гусев Б.Н. Организация нормирования показателей связности нитей при производстве строительных геосинтетических материалов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2016. №3. С. 300...302.

8. Месяченко В.Т., Кокошинская В.И. Товароведение текстильных товаров. М.: Экономика, 1987. 415 с.

9. Капралов В.В., Никифорова Е.Н., Чистобородов Г.И., Фомичева Т.Н. Расчет длины нити в петле кулирного трикотажа с использованием методов геометрии // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2013. № 6. С. 113...116.

10. Шустов Ю.С. Современные методы прогнозирования свойств текстильных материалов: монография. М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2018. 234 с.

11. Пухова Е.И., Лысова М.А., Грузинцева Н.А., Гусев Б.Н. Определение базовых значений показателей качества конкурентоспособной геотекстильной продукции // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2022. №3. С. 287...290.

12. Лысова М.А., Грузинцева Н.А., Гоис Т.О., Гусев Б.Н. Прогнозирование нормативных значений показателей качества нетканых геотекстильных полотен // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2022. № 4. С. 47...51.

REFERENCES

1. Gusev B.N., Matrokhin A.Yu., Gruzintseva N.A., Lysova M.A. Quality assurance of technical textile for the manufacture of building products at different stages of the life cycle // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2023, No. 2. P. 69...78.
2. Esirkepova A.M., Abeldanova A.B., Tulemetova A.S. and others. Technical textile: prospects and development of consumption markets // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2019, No. 1. P. 104...112.

3. *Rumyantsev E.V., Stepanov S.G., Kiselyov M.V. and others.* Fiber-based polymer composite materials: development trends, characteristics, scientific directions and technologies // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* 2021. No. 6. P. 14...20.

4. *Stolyarov O.N.* Textile reinforced concrete: monograph. St. Petersburg: POLYTECHNIC PUBLISHING HOUSE, 2023. 122 p.

5. *Stolyarov O.N., Gorshkov A.S.* The use of high-strength textile materials in construction // *Civil engineering.* 2009. No 4. P. 21...25.

6. *Quadflieg T., Stolyarov O., Gries T.* Carbon-faserbewehrung als Sensor für Bauwerke / *Beton-und Stahlbetonbau.* 2017. №8. P. 541...544.

7. *Tsybysheva A.A., Gruzintseva N.A., Gusev B.N.* The organization of rationing of indicators of coherence of the filaments during the construction of geosynthetics // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* 2016. No.3. P. 300...302.

8. *Montenko V.T., Kokoshinskaya V.I.* Commodity science of textile products. M.: Ekonomika, 1987. 415 p.

9. *Kapralov V.V., Nikiforova E.N., Chistoborodov G.I., Fomicheva T.N.* Calculation of the thread

length in jersey loops by the geometry methods // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* 2013. No. 6. P. 113...116.

10. *Shustov Yu.S.* Modern methods of forecasting the properties of textile materials: monograph. M.: Russian State University named after Kosygina, 2018. 234 p.

11. *Pukhova E.I., Lysova M.A., Gruzintseva N.A., Gusev B.N.* Determination of the quality indicators' main values of competitive geotextile products // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* 2022. No. 3. P. 287...290.

12. *Lysova M.A., Gruzintseva N.A., Gois T.O., Gusev B.N.* Prediction of regulatory values quality indicators of non-woven geotextile fabrics // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* 2022. No. 4. P. 47...51.

Рекомендована кафедрой материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии ИВГПУ. Поступила 16.02.24.