

А.В. БУЧКИН¹, К.Л. КУДЯКОВ^{1,2,✉}, С.Д. ЕПИХИН^{1,2}, Е.Ю. ЮРИН¹, С.К. ХЛЕБНИКОВ^{1,2}

¹ Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона (НИИЖБ) им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство»,

2-я Институтская ул., д. 6, к. 5, г. Москва, 109428, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), Ярославское шоссе, д. 26, г. Москва, 129337, Российская Федерация

РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЛЯ МАТОВ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТНЫХ

Аннотация

Введение. В настоящее время широкое применение в строительстве находит такой инновационный материал, как маты цементные композитные (бетонное полотно). В связи с относительной новизной данного материала на сегодняшний день отсутствуют утвержденные нормативно-технические документы, регламентирующие общие технические условия бетонного полотна (нормируемые показатели, определяющие качество материала), а также методы испытаний его нормируемых показателей.

Целью являлось изучение и систематизация имеющихся на сегодняшний день сведений о матах цементных композитных, а также формирование подходов для разработки ряда соответствующих нормативно-технических документов.

Материалы и методы. Выполнен обзор, систематизация и анализ отечественных и зарубежных научно-исследовательских и практических работ, а также аспектов технического регулирования для матов цементных композитных.

Результаты. Приведен текущий статус технического регулирования для матов цементных композитных, обозначены подходы для его развития. Обобщены области применения матов цементных композитных; показатели качества материала, рекомендованные для нормирования, и методы испытаний по их определению; даны рекомендации по разработке стандартных методов испытаний.

Выводы. Для повышения качества и доступности данного материала, а также для увеличения доли его применения в строительной отрасли требуется разработка нормативных документов, устанавливающих технические требования к нему, его нормируемым показателям качества и методам испытаний по их контролю. При их разработке рационально использовать накопленный опыт практического применения и исследований матов цементных композитных, который обобщен в настоящей статье и отражает основ-

ные тенденции по развитию нормативной базы для данного материала.

Ключевые слова: композитные цементные маты, бетонное полотно на цементном вяжущем, нормативно-техническая документация, ключевые потребительские показатели качества, методы испытаний

Для цитирования: Бучкин А.В., Кудяков К.Л., Епихин С.Д., Юрин Е.Ю., Хлебников С.К. Развитие технического регулирования для матов цементных композитных // *Бетон и железобетон*. 2023. № 3 (617). С. 5–14. DOI: [https://doi.org/10.37538/0005-9889-2023-3\(617\)-5-14](https://doi.org/10.37538/0005-9889-2023-3(617)-5-14)

Благодарности

Авторы выражают благодарность АО «НИЦ «Строительство» за предоставленные материалы, а также Г.И. Капаеву, канд. хим. наук, заведующему лабораторией химических добавок и модификаторов бетона ООО «Институт ВНИИЖБ» (г. Москва), за консультации по вопросам методологии испытаний исследуемого материала.

Вклад авторов

Бучкин А.В., Кудяков К.Л. – общее руководство работой, анализ результатов ранее выполненных исследований и источников литературы, подготовка текста статьи.

Епихин С.Д., Юрин Е.Ю., Хлебников С.К. – обзор и систематизация результатов ранее выполненных исследований и источников литературы.

Финансирование

Исследование выполнено в рамках договорных работ между АО «НИЦ «Строительство» и ФАУ «ФЦС».

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 26.04.2023

Поступила после рецензирования 11.05.2023

Принята к публикации 18.05.2023

A.V. BUCHKIN¹, K.L. KUDYAKOV^{1,2,✉}, S.D. EPIKHIN^{1,2}, E.Y. YURIN¹, S.K. KHLBNIKOV^{1,2}

¹ Research institute of concrete and reinforced concrete (NIIZHB) named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction, 2nd Institutskaya str., 6, bld. 5, Moscow, 109428, Russian Federation

² Moscow State University of Civil Engineering, Yaroslavskoye Shosse, 26, Moscow, 129337, Russian Federation

DEVELOPMENT OF TECHNICAL REGULATION FOR CEMENT COMPOSITE MATS

Abstract

Introduction. Currently, such an innovative material as composite cement mats (concrete cloth) is widely used in construction. Due to the novelty of this material, there are currently no approved regulatory and technical documents regulating the general technical conditions of the concrete cloth (including a list and normalized values of indicators that determine the quality of the material), as well as test methods for its normalized indicators.

The aim of the research was to study and systematize the currently available information about cement composite mats, as well as to form approaches for the development of a number of relevant regulatory and technical documents.

Materials and methods. A review, systematization and analysis of domestic and foreign research and practical works, as well as aspects of technical regulation for cement composite mats, has been carried out.

Results. The characteristic of the current status of technical regulation for cement composite mats is given, approaches for its development are indicated. The areas of application of cement composite mats are summarized; material quality indicators recommended for rationing and test methods for their determination; recommendations for the development of standard test methods are given.

Conclusions. To improve cement mats quality and accessibility, as well as to increase the share of their use in the construction industry, it is necessary to develop regulatory documents that establish technical requirements for the material, its standardized quality indicators and test methods for their control. When developing them, it is rational to use the accumulated experience of practical application and research of cement composite mats, which is summarized in this article and reflects the main trends in the development of the regulatory framework for this material.

Keywords: composite cement mats, concrete cloth on cement binder, regulatory and technical documentation, key consumer quality indicators, test methods

For citation: Buchkin A.V., Kudyakov K.L., Epikhin S.D., Yurin E.Y., Khlebnikov S.K. Development of technical regulation for cement composite mats. *Beton i Zhelzobeton* [Concrete and Reinforced Concrete]. 2023, no. 3 (617), pp. 5–14. (In Russian). DOI: [https://doi.org/10.37538/0005-9889-2023-3\(617\)-5-14](https://doi.org/10.37538/0005-9889-2023-3(617)-5-14)

Author contribution statement

Buchkin A.V., Kudyakov K.L. – general management of the work, analysis of the results of previously performed researches and literary sources, preparation of the text of the article.

Epikhin S.D., Yurin E.Y., Khlebnikov S.K. – review and systematization of the results of previously performed researches and literary sources.

Funding

The study was carried out within the framework of contract work between JSC Research Center of Construction and FAI "FCS".

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 26.04.2023

Revised 11.05.2023

Accepted 18.05.2023

Введение

Маты цементные композитные (бетонное полотно на цементном вяжущем, «рулонный» бетон) являются перспективным и относительно новым строительным материалом. В связи с этим у потребителей такого материала возникает ряд трудностей:

- характеристики материала изучены недостаточно;
- материал производится на территории РФ преимущественно по зарубежным технологиям, которые зачастую имеют отличия, влияющие на его потребительские показатели качества; как следствие, имеются различия в значениях основных характеристик для материала от разных производителей;
- для данного материала отсутствуют единые общепринятые нормы, в частности, отсутствуют общие технические требования к материалу, его нормируемым показателям качества и методам испытаний по их определению.

Кроме этого, производителям матов цементных композитных отсутствие единой нормативной документации не позволяет реализовывать свою продукцию в проектах, в которых применение такого типа материала экономически целесообразно.

Рассмотренные выше аспекты приводят к тому, что производителям и потребителям невозможно контролировать качество этого продукта, а также объективно сравнивать показатели и свойства этого материала от разных производителей, что зачастую приводит к недобросовестной конкуренции. Взаимное недопонимание среди участников рынка приводит к тому, что возникают барьеры к использованию матов цементных композитных на строительных объектах, появляются существенные риски безопасности и надежности конструкций из данного материала, снижается экономическая эффективность использования материала, материал применяется в конструкциях, для которых он не предназначен. Все это в дальнейшей перспективе влечет дискредитацию данного строительного материала, что, в конечном счете, невыгодно всем участникам рынка. От-

сутствие государственного нормирования для такого типа строительных материалов, как маты цементные композитные, приводит к значительному замедлению темпов его распространения и объемов применения среди потенциальных потребителей и, как следствие, отсутствию положительного влияния на темпы развития отдельных областей строительной отрасли.

Решением данной ситуации является разработка единых инструментов технического регулирования в части общих технических требований к материалу, его нормируемым показателям качества и методам испытаний по их определению.

Маты цементные композитные (полотно бетонное на цементном вяжущем)

Маты цементные композитные (GCCM, geosynthetic cement composite mats, полотно бетонное на цементном вяжущем) – это, как правило, трехслойный композитный материал, состоящий из слоев проницаемого геотекстиля и водонепроницаемой геомембраны, между которыми устроена трехмерная матрица из волокон, заполненная сухой смесью из минерального вяжущего. Возможны иные варианты исполнения матов цементных композитных.

Материал выпускается и поставляется в рулонах различной ширины и толщины. В исходном незатвердевшем состоянии материалу можно придавать требуемую (в т. ч. сложную) форму, что позволяет его использовать в труднодоступных местах и стесненных условиях. Затворение матов цементных композитных водой осуществляется без перемешивания и какого-либо смесительного оборудования путем полива, как правило, избыточным количеством воды. После смачивания водой материал твердеет за счет процессов гидратации вяжущего и образует прочное покрытие заданной толщины и формы (рис. 1).

Скрепление и стыковка отдельных полос материала осуществляется механически (при помощи метизов и пр.) с возможной герметизацией области стыка.

Перспективы применения матов цементных ком-



а



б

Рис. 1. Общие виды матов цементных композитных [1]:

а – кромка затвердевшего материала; б – цементный мат в исходном незатворенном состоянии, смотанный в рулон на паллете

Fig. 1. General types of cement composite mats [1]:

а – the edge of the hardened material; б – cement mat in its original unmixed state, rolled up on a pallet

позитных во многом обусловлены особенностями применения материала, к которым можно отнести исключение необходимости использования автомиксеров, бетононасосов и тяжелой спецтехники в процессе создания строительных конструкций; возможность поддержания высокой скорости возведения сооружений; относительную легкость и простоту монтажа и пр.

Ниже приведен ряд областей применения для использования бетонного полотна [2–12]:

- укрепление и футеровка канав, траншей, тоннелей, насыпей, дамб и склонов при различных углах уклона (в т. ч. более 60°) и типах грунтов;
- подавление растительности;
- обвалование территорий;
- подготовка под фундамент;
- ремонт и восстановление разрушенных или поврежденных бетонных и железобетонных конструкций и изделий (материал укладывается сверху и скрепляется с существующим бетонным основанием, обеспечивая его защиту от эрозии, гидроизоляционные свойства и пр.);
- устройство вентиляционных каналов, переключ для шахт и пр.;
- гидроизоляция и ремонт поврежденных водоводов, каналов и пр.;
- возведение гидросооружений (отстойников, бассейнов, хвостохранилищ, водосбросов, водосливов и т. д.);
- вентиляционные переключки, взрывозащитные стены;
- защита трубопроводов, опор и выводов труб;
- создание быстровозводимых защитных и гидроизоляционных конструкций и покрытий в рамках аварийно-восстановительных работ.

Зарубежный опыт применения матов цементных композитных составляет более 50 лет. Широкое применение данного материала в РФ сдерживается недостаточностью нормативно-технической базы, однако за последние 15 лет имеется положительный отечественный опыт его использования на различных объектах [1, 3, 4, 11–13].

Текущее состояние нормативно-технической базы

В результате обзора нормативно-технических документов не выявлено отечественных нормативных технических документов (кроме локальных, например, [2–4] и пр.), регламентирующих перечень и значения нормируемых показателей и методы испытаний по их определению для матов цементных композитных. В связи с этим вопросы разработки соответствующих нормативных документов являются весьма актуальными.

Близким аналогом по структуре материала и областям его применения являются геосинтетические бентонитовые маты, технические требования к которым установлены в ГОСТ Р 70090-2022 «Материалы геосинтетические бентонитовые рулонные для гидроизоляции. Общие технические условия» [14]. В дан-

ном документе рассмотрены нормируемые показатели и методы испытаний по их определению, однако они имеют специфическую направленность, обусловленную особенностями бентонита, и не применимы для адаптации к матам цементным композитным.

Большая часть технических характеристик матов цементных композитных, указанных отечественными производителями, определена по методикам стандарта EN 12467 «Листы плоские из фиброцементобетона. Технические условия на продукцию и методы испытаний» [15] (схожие отечественные стандарты – ГОСТ 8747 «Изделия асбестоцементные листовые. Методы испытаний» [16], ГОСТ 18124 «Листы хризотилцементные плоские. Технические условия» [17] и ГОСТ 30340 «Листы хризотилцементные волнистые. Технические условия» [18]).

Имеется ряд зарубежных стандартов, разработанных за последнее десятилетие, в которых рассмотрены общие технические условия материала (включая перечень основных показателей качества), а также методы испытаний, подготовка опытных образцов и руководство по использованию материала в строительстве:

- ASTM D8364/D8364M Standard Specification for Geosynthetic Cementitious Composite Mat (GCCM) Materials (Стандартная спецификация для геосинтетических цементирующих композитных материалов) [19];
- ASTM D8030/D8030M Standard Practice for Sample Preparation for GCCM (Стандартная практика для подготовки образцов из GCCM) [20];
- ASTM D8058 Standard Test Method for Determining the Flexural Strength of a Geosynthetic Cementitious Composite Mat (GCCM) Using the Three-Point Bending Test (Стандартный метод испытаний для определения прочности на изгиб GCCM с использованием испытания на трехточечный изгиб) [21];
- ASTM D8329 Standard Test Method for Determination of Water/Cementitious Materials Ratio for Geosynthetic Cementitious Composite Mats (GCCMs) and Measurement of the Compression Strength of the Cementitious Material Contained Within (Стандартный метод испытаний для определения соотношения вода / цементные материалы для GCCM и измерение прочности на сжатие цементного материала, содержащегося внутри) [22].
- ASTM D8173 Standard Guide for Site Preparation, Layout, Installation, and Hydration of Geosynthetic Cementitious Composite Mats (Стандартное руководство для подготовки, раскладки, монтажа и гидратации GCCM) [23].

Перспективы развития нормативно-технической базы

Для нормального применения матов цементных композитных требуется разработка как минимум ряда государственных стандартов (ГОСТ), регламентирующих общие технические требования к материалу, его нормируемым показателям качества и методам испытаний по их определению.

Таблица 1
Table 1

Технические характеристики материала по данным производителей
Technical characteristics of the material according to manufacturers

Наименование показателя	Ед. изм.	Значения показателей			
		по [2]	по [3]	по [4, 5]	по [6]
Номинальная толщина	мм	5–13	5–11	5–13	5–11
Плотность в сухом (негидратированном) состоянии, не менее	кг/м³	1500–1800	1450	1400	1450
Рабочее время (до начала схватывания) при температуре от +5 до +20 °С	ч	1–2	1	1–2	1
Набор прочности при изгибе через 24 часа гидратации при температуре +20 °С, не менее	%	80	75 (через 72 ч)	80	75 (через 72 ч)
Плотность в затвердевшем состоянии, не менее	кг/м³	1700–2025	1700	1950–2025	1700
Прочность на изгиб в воздушно-сухом состоянии в возрасте 28 суток, не менее	МПа	4,5–5	4	–	4
Прочность на изгиб в насыщенном водой состоянии в возрасте 28 суток, не менее	МПа	3,4	–	3,4	–
Морозостойкость, количество циклов замораживания-оттаивания, не менее	марка	F ₁₂₀₀ –F ₁₃₀₀			
Стойкость к попеременному водонасыщению-высушиванию, не менее	циклы	50	–	50	–
Водонепроницаемость	24 ч	Водонепроницаем			
Водопоглощение	%	16–25	–	–	–

Основой для разработки нормативно-технической базы является обобщение результатов целевых исследований, опыта применения строительного материала и технических документов.

В табл. 1 сведены технические характеристики матов цементных композитных, указанные в информационных буклетах производителей материала. Анализ табл. 1 показал близкие значения технических характеристик для производимых и реализуемых в России матов цементных композитных.

При разработке новых нормативных документов рационально обратиться к ряду стандартов, распространяющихся на материалы, близкие к рассматриваемому в части сходства типа и формы материала и его нормируемых характеристик. Например, листовые цементосодержащие материалы (ГОСТ 8747-88 [16], ГОСТ 18124-2012 [17] и пр.) или непосредственно цемент и бетон (ГОСТ 310.3-76 [24], ГОСТ 5802-86 [25], ГОСТ 10060-2012 [26] и пр.).

Из анализа результатов научных исследований, выполненных в НИИЖБ им. А.А. Гвоздева, ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева и ВНИИЖелезобетон, а также [1–13, 19] составлен ориентировочный перечень нормируемых показателей матов цементных композитных, рекомендуемый для включения в разрабатываемый проект ГОСТ Р «Маты цементные композитные. Общие технические условия»:

- толщина;
- плотность в сухом незатвердевшем состоянии;

- рабочее время до начала схватывания;
- набор прочности при изгибе через 24 часа гидратации при температуре +20 °С;
- плотность в затвердевшем состоянии;
- водопоглощение;
- прочность на изгиб при твердении в воздушно-сухом состоянии (продольное и поперечное направления);
- прочность на изгиб при твердении в насыщенном водой состоянии (продольное и поперечное направления);
- прочность при сжатии образцов из цементной составляющей полотна;
- марка по морозостойкости (с оценкой прочности на изгиб);
- водонепроницаемость.

Для определения минимальных требований к значениям нормируемых показателей требуется их экспериментальная проверка для разных типоразмеров материала, производимого и реализуемого на территории РФ.

В табл. 2 сведены подходы (включая адаптированные стандартные методы испытаний близких аналогов) к испытаниям по определению показателей качества матов цементных композитных, которые приведены в [2, 13, 19] и могут быть использованы при подготовке предложений по разработке проекта ГОСТ Р «Маты цементные композитные. Методы испытаний».

Таблица 2
Table 2

Обзор методов испытаний матов цементных композитных
Overview of test methods for cement composite mats

Основные нормируемые показатели	по [13]	по [2]	по [19]
Толщина*	(ГОСТ 18124 [17] с учетом ГОСТ EN 12431 [39] и ASTM D8030 [20])	ГОСТ 18124 [17]	ASTM D5199 [40]
Плотность в сухом незатвердевшем состоянии*	(СТО [2] с учетом ГОСТ 18124 [17], ГОСТ EN 12431 [39], ASTM D8329 [22])	п. 8.3 СТО [2]	ASTM D5993 [41] с учетом ASTM D5199 [40]
Рабочее время до начала схватывания*	(ГОСТ 310.3 [24] с учетом ASTM D8329 [22])	п. 8.6 СТО [2]	–
Набор прочности при изгибе через 24 часа гидратации при температуре +20 °С	–	(ГОСТ 18124 [17])	–
Плотность в затвердевшем состоянии	(ГОСТ 18124 [17] с учетом СТО [2] и ASTM D8058 [21])	(ГОСТ 18124 [17])	–
Водопоглощение	(ГОСТ 18124 [17] с учетом СТО [2] и ASTM D8058 [21])	(ГОСТ 18124 [17])	–
Прочность на растяжение	–	–	ASTM D6768 [36] с учетом ASTM D4885 [37]
Прочность на изгиб при твердении в воздушно-сухом состоянии	(ГОСТ 18124 [17] с учетом СТО [2] и ASTM D8058 [21])	(ГОСТ 18124 [17])	ASTM D8058 [21]
Прочность на изгиб при твердении в насыщенном водой состоянии	(ГОСТ 18124 [17] с учетом СТО [2] и ASTM D8058 [21])	(ГОСТ 18124 [17])	ASTM D8058 [21]
Прочность при сжатии образцов из полотна	(ГОСТ 5802 [25] с учетом ГОСТ 28570 [42], ГОСТ 10180 [43], ASTM D8030 [20])	–	–
Прочность при сжатии образцов из цементной составляющей полотна	(ГОСТ 5802 [25] с учетом ASTM D8329 [22] и ГОСТ 10180 [43])	–	ASTM D8329 [22]
Прочность на прокол	–	–	ASTM D5494 [38]
Истираемость	–	–	ASTM C1353 [33]
Морозостойкость (базовый метод, с оценкой прочности на изгиб)	–	(ГОСТ 18124 [17])	ASTM C1185 [44] с учетом ASTM D8058 [21]
Морозостойкость (ускоренный метод, с оценкой прочности на изгиб)	(СТО [2] с учетом ГОСТ 10060 [26] и ASTM D8058 [21])	(ГОСТ 10060 [26] с учетом ГОСТ 18124 [17])	ASTM C1185 [44] с учетом ASTM D8058 [21]
Водопроницаемость	ГОСТ 18124 [17]	ГОСТ 18124 [17]	–
Определение количества циклов стойкости к попеременному водонасыщению и высушиванию	–	(EN 12467 [15])	–

Примечания:

Символом «*» отмечены методы испытаний для образцов в исходном (не гидратированном) состоянии.

Скобками обозначены адаптации стандартных методов, описание которых приведено в рассмотренных литературных источниках.

Учитывая характер эксплуатации материала, также целесообразно контролировать следующие показатели (данные методы указаны ориентировочно и требуют экспериментальной проверки):

- горючесть – по ГОСТ 30244 [27];
- воспламеняемость – по ГОСТ 30402 [28];
- распространение пламени – по ГОСТ Р 51032 [29];
- дымообразующую способность – по ГОСТ 12.1.044 [30];
- токсичность продуктов горения – по ГОСТ 12.1.044 [30];

- удельную эффективную активность естественных радионуклидов – по ГОСТ 30108 [31];
- истираемость – по ГОСТ 13087 [32] или ASTM C1353 [33];
- устойчивость к воздействию щелочей, кислот, нефтепродуктов и пр. – по ГОСТ Р 58896 [34];
- прочность на растяжение – по ГОСТ 33067 [35] или ASTM D6768 [36], ASTM D4885 [37];
- прочность на прокол – по ГОСТ 33067 [35] или ASTM D5494 [38];
- устойчивость к попеременному водонасыщению и высушиванию – по EN 12467 [15].

Подготовку опытных образцов в общем виде рекомендуется осуществлять в соответствии с ASTM D8030/D8030M [20] с учетом СТО [2] и специфики запланированных испытаний.

Заключение

Маты цементные композитные являются инновационным и перспективным строительным материалом. В России отсутствуют государственные нормативные документы для матов цементных композитных. Для повышения их качества и доступности, а также для увеличения доли их применения в строительной отрасли требуется разработка нормативных документов, устанавливающих технические требования к материалу, его нормируемым показателям качества и методам испытаний по их контролю: ГОСТ Р «Маты цементные композитные. Общие технические условия» и ГОСТ Р «Маты цементные композитные. Методы испытаний». При их разработке могут быть использованы материалы из [2, 13, 19].

Анализ указанных производителями технических характеристик для реализуемых в России матов цементных композитных показал незначительные отличия их значений между собой (табл. 1). Однако при разработке соответствующего нормативного документа для определения минимальных требований к значениям нормируемых показателей материала требуется их экспериментальная проверка для разных типоразмеров и наименований материала.

По результатам анализа материалов [1–13, 19] составлен перечень основных нормируемых потребительских показателей качества для матов цементных композитных: толщина; плотность в сухом не затвердевшем состоянии; рабочее время до начала схватывания; набор прочности при изгибе через 24 часа гидратации при температуре +20 °С; плотность в затвердевшем состоянии; водопоглощение; прочность на изгиб при твердении в воздушно-сухом состоянии (продольное и поперечное направления); прочность на изгиб при твердении в насыщенном водой состоянии (продольное и поперечное направления); прочность при сжатии образцов из цементной составляющей полотна; марка по морозостойкости (с оценкой прочности на изгиб); водонепроницаемость. Обобщающие методы испытаний по контролю данных показателей приведены в [2, 13, 19] (принципиальные подходы к испытаниям показаны в табл. 2). Эти предложения и материалы рекомендуются к учету при разработке нормативных документов.

К значимым показателям качества также можно отнести горючесть, воспламеняемость, распространение пламени, дымообразующая способность, токсичность продуктов горения, удельная эффективная активность естественных радионуклидов, истираемость, прочность на растяжение и прокол, устойчивость к воздействию щелочей, кислот, нефтепродуктов и к попеременному водонасыщению и высушиванию (методы контроля данных показателей требуют адаптации и экспериментальной проверки).

Список литературы

1. Concrete Canvas Russia [Электронный ресурс] // United Concrete Canvas. URL: <https://uccr.ru/material/> (дата обращения 17.01.2023).
2. СТО 02544849-001-2018. Полотно бетонное «CONCRETE CANVAS» («КОНКРИТ КЭНВАС»). Технические условия.
3. Бетонное полотно «ИННО БЕТОН 21» по ТУ 23.64.10-001-46353620-2021: технический каталог [Электронный ресурс] // ИННО БЕТОН 21. URL: <https://innobeton.ru/> (дата обращения: 14.02.2021).
4. Бетонное полотно «ТЕХПОЛИМЕР» по СТО 56910145-025-2017 [Электронный ресурс]. <https://www.texpolimer.ru/products/betonnoe-polotno/> (дата обращения: 14.02.2021).
5. Рекомендации по монтажу бетонного полотна «ТЕХПОЛИМЕР» (СТО 56910145-025-2017) [Электронный ресурс]. URL: <https://texpolimer.by/wp-content/uploads/2019/02/rekomend-beton-polotno.pdf> (дата обращения: 14.02.2021).
6. Геосинтетический цементирующий мат ФЛЕКСБЕТ: информационный буклет [Электронный ресурс] // ГК «МИАКОМ». URL: <http://miakom.ru/production/geokompozitnyy-tsementiruyushchiy-mat-fleksbet/> (дата обращения 17.01.2023).
7. Jongvivatsakul P., Ramdit T., Phong Ngo T., Likitlersuang S. Experimental investigation on mechanical properties of geosynthetic cementitious composite mat (GCCM). *Construction and Building Materials*. 2018, vol. 166, pp. 956–965. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.01.185>
8. Likitlersuang S., Kounyou K., Prasetyaningtiyas G.A. Performance of geosynthetic cementitious composite mat and vetiver on soil erosion control. *Journal of Mountain Science*. 2020, vol. 17, pp. 1410–1422. <https://doi.org/10.1007/s11629-019-5926-5>
9. Ngo T.P., Likitlersuang S., Takahashi A. Performance of a geosynthetic cementitious composite mat for stabilising sandy slopes. *Geosynthetics International*. 2019, vol. 26(3), pp. 309–319. <https://doi.org/10.1680/jgein.19.00020>
10. Crawford W., Kujawski M. Geosynthetic Cementitious Composite Mats – Essential Characteristics and Properties. *IFAI Geosynthetics Conference proceedings*. 2019, pp. 432–441.
11. Сильченко В.Ф. Применение быстровозводимого бетонного покрытия для укрепления откосов каналов // *Экология и водное хозяйство*. 2021. № 1. С. 36–44. <https://doi.org/10.31774/2658-7890-2021-3-1-36-44>
12. Горьков К.В. Инженерная защита территорий и сооружений с использованием бетонного полотна «ТехПолимер» // *Гидротехника*. 2022. № 2. С. 71–73. https://doi.org/10.55326/22278400_2022_2_71
13. Разработка методик испытаний полотна бетонного на цементном вяжущем по ключевым потребительским показателям качества: Технический отчет. Москва: НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство»; 2022.

14. ГОСТ Р 70090-2022. Материалы геосинтетические бентонитовые рулонные для гидроизоляции. Общие технические условия.
15. EN 12467:2013+A2:2018. Fibre-cement flat sheets – Product specification and test methods.
16. ГОСТ 8747-88. Изделия асбестоцементные листовые. Методы испытаний.
17. ГОСТ 18124-2012. Листы хризотилцементные плоские. Технические условия.
18. ГОСТ 30340-2012. Листы хризотилцементные волнистые. Технические условия.
19. ASTM D8364/D8364M-21. Standard Specification for Geosynthetic Cementitious Composite Mat (GCCM) Materials.
20. ASTM D8030/D8030M-16. Standard Practice for Sample Preparation for GCCM.
21. ASTM D8058-19. Standard Test Method for Determining the Flexural Strength of a Geosynthetic Cementitious Composite Mat (GCCM) Using the Three-Point Bending Test.
22. ASTM D8329-21. Standard Test Method for Determination of Water/Cementitious Materials Ratio for Geosynthetic Cementitious Composite Mats (GCCMs) and Measurement of the Compression Strength of the Cementitious Material Contained Within.
23. ASTM D8173-18. Standard Guide for Site Preparation, Layout, Installation, and Hydration of Geosynthetic Cementitious Composite Mats.
24. ГОСТ 310.3-76. Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема.
25. ГОСТ 5802-86. Растворы строительные. Методы испытаний.
26. ГОСТ 10060-2012. Бетоны. Методы определения морозостойкости.
27. ГОСТ 30244-94. Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть.
28. ГОСТ 30402-96. Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость.
29. ГОСТ Р 51032-97. Материалы строительные. Метод испытания на распространение пламени.
30. ГОСТ 12.1.044-2018. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
31. ГОСТ 30108-94. Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов.
32. ГОСТ 13087-2018. Бетоны. Методы определения истираемости.
33. ASTM C1353/C1353M-20. Standard Test Method for Abrasion Resistance of Dimension Stone Subjected to Foot Traffic Using a Rotary Platform Abraser.
34. ГОСТ Р 58896-2020. Бетоны химически стойкие. Методы испытаний.
35. ГОСТ 33067-2014 (EN 13256:2005, EN 13491:2006). Материалы геосинтетические для туннелей и подземных сооружений. Общие технические требования.
36. ASTM D6768/D6768M-20. Standard Test Method for Tensile Strength of Geosynthetic Clay Liners.
37. ASTM D4885-01(2018). Standard Test Method for Determining Performance Strength of Geomembranes by the Wide Strip Tensile Method.
38. ASTM D5494-93(2018). Standard Test Method for the Determination of Pyramid Puncture Resistance of Unprotected and Protected Geomembranes.
39. ГОСТ EN 12431-2011. Изделия теплоизоляционные, применяемые в строительстве в плавающих полах. Метод определения толщины.
40. ASTM D5199-12(2019). Standard Test Method for Measuring the Nominal Thickness of Geosynthetics.
41. ASTM D5993-18(2022). Standard Test Method for Measuring Mass per Unit Area of Geosynthetic Clay Liners.
42. ГОСТ 28570-2019. Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобраным из конструкций.
43. ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.
44. ASTM C1185-08(2016). Standard Test Methods for Sampling and Testing Non-Asbestos Fiber-Cement Flat Sheet, Roofing and Siding Shingles, and Clapboards.

References

1. Concrete Canvas Russia [Electronic resource]. United Concrete Canvas. URL: <https://uccr.ru/material/> (accessed: 17.01.2023). (In Russian).
2. Standard of Organization 02544849-001-2018. Concrete mats "Concrete canvas". LLC "Concrete Canvas Russia". (In Russian).
3. Concrete mats "INNO CONCRETE 21" according to TC 23.64.10-001-46353620-2021: technical catalog [Electronic resource]. INNO CONCRETE 21. URL: <https://inno-beton.ru/> (accessed: 14.02.2021). (In Russian).
4. Concrete mats "TECHPOLYMER" according to Standard of Organization 56910145-025-2017 [Electronic resource]. <https://www.texpolimer.ru/products/betonnoe-polотно/> (accessed: 14.02.2021). (In Russian).
5. Recommendations for the installation of the "TECH-POLYMER" concrete mats (Standard of Organization No. 56910145-025-2017). [Electronic resource]. URL: <https://texpolimer.by/wp-content/uploads/2019/02/rekomend-beton-polотно.pdf> (accessed: 14.02.2021). (In Russian).
6. Geosynthetic cementing mat FLEXBET: information booklet [Electronic resource]. MIACOM Group of Companies. URL: <http://miakom.ru/production/geokompozitnyy-tsementiruyushchiy-mat-fleksbet> (accessed: 17.01.2023). (In Russian).
7. Jongvivatsakul P., Ramdit T., Phong Ngo T., Likitlersuang S. Experimental investigation on mechanical properties of geosynthetic cementitious composite mat (GCCM). *Construction and Building Materials*. 2018, vol. 166, pp. 956–965. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.01.185>.
8. Likitlersuang S., Kounyou K., Prasetyaningtiyas G.A. Performance of geosynthetic cementitious composite mat and vetiver on soil erosion control. *Journal of Mountain Science*. 2020, vol. 17, pp. 1410–1422. <https://doi.org/10.1007/s11629-019-5926-5>

9. Ngo T.P., Likitlersuang S., Takahashi A. Performance of a geosynthetic cementitious composite mat for stabilising sandy slopes. *Geosynthetics International*. 2019, vol. 26(3), pp. 309–319. <https://doi.org/10.1680/jgein.19.00020>
10. Crawford W., Kujawski M. Geosynthetic Cementitious Composite Mats – Essential Characteristics and Properties. *IFAI Geosynthetics Conference proceedings*. 2019, pp. 432–441.
11. Silchenko V.F. Application of prefabricated concrete lining for strengthening canal slopes. *Ecology and Water Management*. 2021, no. 1, pp. 36–44. (In Russian). <https://doi.org/10.31774/2658-7890-2021-3-1-36-44>
12. Gorkov K.V. Engineering protection of territories and facilities using TechPolymer concrete sheet. *Hydro–tehnika*. 2022, no. 2, pp. 71–73. (In Russian). https://doi.org/10.55326/22278400_2022_2_71
13. Development of test methods for concrete mats on cement binder according to main consumer quality indicators: Technical Report. NIIZHB named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction. Moscow; 2022. (In Russian).
14. State Standard R 70090-2022. Geosynthetic bentonite roll waterproofing materials. General specifications. (In Russian).
15. EN 12467:2013+A2:2018. Fibre-cement flat sheets – Product specification and test methods.
16. State Standard 8747-88. Asbestos-cement sheet products. Test methods. (In Russian).
17. State Standard 18124-2012. Flat chrysotile cement sheets. Specifications. (In Russian).
18. State Standard 30340-2012. Corrugated chrysotile cement sheets. Specifications. (In Russian).
19. ASTM D8364/D8364M-21. Standard Specification for Geosynthetic Cementitious Composite Mat (GCCM) Materials.
20. ASTM D8030/D8030M-16. Standard Practice for Sample Preparation for GCCM.
21. ASTM D8058-19. Standard Test Method for Determining the Flexural Strength of a Geosynthetic Cementitious Composite Mat (GCCM) Using the Three-Point Bending Test.
22. ASTM D8329-21. Standard Test Method for Determination of Water/Cementitious Materials Ratio for Geosynthetic Cementitious Composite Mats (GCCMs) and Measurement of the Compression Strength of the Cementitious Material Contained Within.
23. ASTM D8173-18. Standard Guide for Site Preparation, Layout, Installation, and Hydration of Geosynthetic Cementitious Composite Mats.
24. State Standard 310.3-76. Cements. Methods for determination of standard consistency, time of setting and soundness. (In Russian).
25. State Standard 5802-86. Mortars. Test methods. (In Russian).
26. State Standard 10060-2012. Concretes. Methods for determination of frost-resistance. (In Russian).
27. State Standard 30244-94. Building materials. Methods for combustibility test. (In Russian).
28. State Standard 30402-96. Building materials. Ignitability test method. (In Russian).
29. State Standard R 51032-97. Building materials. Spread flame test method. (In Russian).
30. State Standard 12.1.044-2018. Occupational safety standards system. Fire and explosion hazard of substances and materials. Nomenclature of indices and methods of their determination. (In Russian).
31. State Standard 30108-94. Building materials and elements. Determination of specific activity of natural radioactive nuclei. (In Russian).
32. State Standard 13087-2018. Concretes. Methods of abrasion test. (In Russian).
33. ASTM C1353/C1353M-20. Standard Test Method for Abrasion Resistance of Dimension Stone Subjected to Foot Traffic Using a Rotary Platform Abraser.
34. State Standard R 58896-2020. Chemically resistant concretes. Test methods. (In Russian).
35. State Standard 33067-2014 (EN 13256:2005, EN 13491:2006). Geosynthetic materials for tunnels and underground structures. General technical requirements. (In Russian).
36. ASTM D6768/D6768M-20. Standard Test Method for Tensile Strength of Geosynthetic Clay Liners.
37. ASTM D4885-01(2018). Standard Test Method for Determining Performance Strength of Geomembranes by the Wide Strip Tensile Method.
38. ASTM D5494-93(2018). Standard Test Method for the Determination of Pyramid Puncture Resistance of Unprotected and Protected Geomembranes.
39. State Standard EN 12431-2011. Thermal insulating products used in building for floating floors. Method for determination of thickness. (In Russian).
40. ASTM D5199-12(2019). Standard Test Method for Measuring the Nominal Thickness of Geosynthetics.
41. ASTM D5993-18(2022). Standard Test Method for Measuring Mass per Unit Area of Geosynthetic Clay Liners.
42. State Standard 28570-2019. Concretes. Methods of strength determination on cores selected from structures. (In Russian).
43. State Standard 10180-2012. Concretes. Methods for strength determination using reference specimens. (In Russian).
44. ASTM C1185-08(2016). Standard Test Methods for Sampling and Testing Non-Asbestos Fiber-Cement Flat Sheet, Roofing and Siding Shingles, and Clapboards.

Информация об авторах / Information about the authors

Андрей Викторович Бучкин, канд. техн. наук, заместитель директора по производственной работе, заместитель заведующего лабораторией коррозии и долговечности бетонных и ж/б конструкций НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», Москва
Andrey V. Buchkin, Cand. Sci. (Engineering), Deputy Director for Production Activities, Deputy Head of the Laboratory of Corrosion and Durability of Concrete and Reinforced Concrete Structures, NIIZHB named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction, Moscow

Константин Львович Кудяков✉, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории коррозии и долговечности бетонных и ж/б конструкций НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», доцент кафедры железобетонных и каменных конструкций НИУ МГСУ, Москва

e-mail: konst_k@mail.ru

Konstantin L. Kudyakov✉, Cand. Sci. (Engineering), Leading Researcher at the Laboratory of Corrosion and Durability of Concrete and Reinforced Concrete Structures, NIIZHB named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction, Associate Professor of the Department of Reinforced Concrete and Stone Structures, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow

e-mail: konst_k@mail.ru

Сергей Дмитриевич Епихин, инженер лаборатории коррозии и долговечности бетонных и ж/б конструкций НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», аспирант НИУ МГСУ, Москва

Sergey D. Epikhin, Engineer at the Laboratory of Corrosion and Durability of Concrete and Reinforced Concrete Structures, NIIZHB named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction, Graduate Student of the National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow

Евгений Юрьевич Юрин, аспирант, старший научный сотрудник лаборатории коррозии и долговечности бетонных и ж/б конструкций НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», Москва

Evgeniy Y. Yurin, Graduate Student, Senior Researcher at the Laboratory of Corrosion and Durability of Concrete and Reinforced Concrete Structures, NIIZHB named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction, Moscow

Сергей Константинович Хлебников, инженер лаборатории коррозии и долговечности бетонных и ж/б конструкций НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», студент НИУ МГСУ, Москва

Sergey K. Khlebnikov, Engineer at the Laboratory of Corrosion and Durability of Concrete and Reinforced Concrete Structures, NIIZHB named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction, Student of the National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow

✉ Автор, ответственный за переписку / Corresponding author



Ассоциация «Железобетон»

Отраслевая площадка федерального масштаба по бетону и железобетону

Совместное решение проблем производителей бетона и железобетона, в партнерстве с ведущими строительными компаниями отрасли, НИИ, ВУЗами с поддержкой инноваций и реконструкции предприятий бетона и сборного железобетона, аналитикой рынка бетона и железобетона, определение приоритетных задач отрасли и способов их решения.



ИНН 7721262164, КПП 772101001,
ОГРН 1037721030390109428,
109428, Россия, г. Москва,
Рязанский проспект, д. 22, корпус 2
web: azhb.ru email: info@azhb.ru
тел.: +7 (499) 170-60-13