

А.А. МИХАСЕК
М.В. РОДИОНОВ
М.Г. ЛИТВИНОВА

ВЛИЯНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛОТЕН НА НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ БЕТОНОНАПОЛНЯЕМЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТОВ

TEXTILE SYNTHETIC SHEETS AND THEIR IMPACT ON THE LOAD BEARING CAPACITY OF CONCRETE-FILLED TEXTILE FLOOR-MATS

Расчет прочности несущей способности бетонных плит не учитывает влияние синтетических полотен при расчете бетононаполняемых текстильных матов. Предложено провести дополнительные исследования по оценке влияния полотен в лабораторных условиях. В основу исследования авторами положено изучение свойств бетононаполняемых текстильных матов как балки на упругом основании и влияния наличия синтетической ткани на прочностные показатели. Показаны результаты лабораторного исследования при различных условиях влияния текстильных синтетических полотен на несущую способность бетононаполняемых текстильных матов. Приводится зависимость для определения толщины мата из условия его прочности.

Ключевые слова: гидротехническое строительство, берегоукрепление, бетононаполняемые текстильные маты, синтетическое полотно

The calculation of the strength of concrete slabs load bearing capacity does not take into account synthetic sheets impact while calculating concrete-filled textile floor-mats. Further studies are proposed to assess the impact of sheets in laboratory environments. The authors base their study on the properties of concrete-filled textile floor-mats as flexible beams and on synthetic sheets impact on strength indicators. The paper presents a laboratory study results obtained under different conditions of textile synthetic sheets impact on concrete-filled textile floor-mats load bearing capacity. It provides a function to determine a mat thickness from the condition of its strength.

Keywords: hydraulic engineering, bank protection, concrete-filled textile floor-mats, synthetic canvas

Берегозащитные конструкции – гидротехнические сооружения для защиты берегов от размыва и обрушения. В той или иной степени негативное влияние на состояние берегов могут оказывать самые различные факторы, в числе которых – течения, волнения на водной поверхности, ливневые потоки или грунтовые воды, воздействие льда [1–3]. С целью предотвращения эрозионных процессов, размыва берега и исключения возможности его обрушения применяется комплекс инженерно-технических решений с использованием, как правило, традиционных конструкций из камня, бетона или металла [4].

Основными признаками, по которым могут быть классифицированы берегоукрепительные конструкции, являются:

- расположение на различных участках внутренних водных путей;
- применение в сооружениях различного назначения (эксплуатационный признак);
- расположение относительно уреза воды и способы производства работ;

- типы конструкций, виды строительных материалов (конструктивный признак).

По конструктивному признаку берегоукрепительные сооружения подразделяются на набросные, плитные, крепления с применением вертикальных стенок, тюфячные и т. п. (рис. 1).

Известно большое количество технических решений по креплению подтопляемых откосов, обеспечивающих его защиту от разрушения.

Среди конструктивных решений широкое распространение в последнее время получили железобетонные плиты, габионные матрацы, универсальные гибкие защитные бетонные маты и бетононаполняемые текстильные маты (БНТМ).

Широкое распространение на территории Самарской области за последние 10 лет получили крепления грунтовых откосов БНТМ (рис. 2).

БНТМ представляют собой композитный материал [5–8], состоящий из двух соединенных между собой высокопрочных тканых синтетических полотен, соединенных, в свою очередь, гибкими связями –



Рис. 1. Технические решения креплений береговых подтопляемых откосов:

а – каменное крепление; б – крепление железобетонными плитами; в – крепление универсальными гибкими защитными бетонными матами; г – крепление бетононаполняемыми текстильными матами

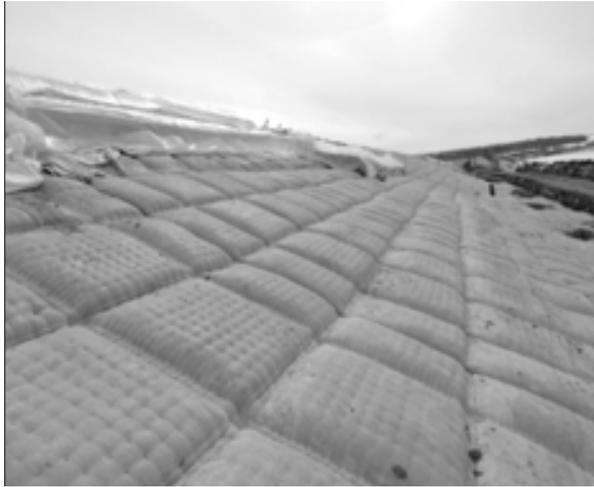
распорками, пространство между которыми на строительной площадке заполняется самоуплотняющейся бетонной смесью (рис. 3). Размеры блоков не превышают 1,5 x 1,5 м. Гибкие вертикальные связи из тканых лент шириной 5 мм размещены между верхним и нижним полотнами и обеспечивают требуемую форму блока в виде «подушки» за счет предотвращения неконтролируемого расширения при подаче бетонной смеси в блок. Перемычки выполняют роль тросов, они связывают между собой блоки и предотвращают их смещение относительно друг друга. Конструкция перемычек аналогична блокам. Они размещены по периметру каждого блока и выполнены со значительно меньшими размерами по ширине и толщине по сравнению с размерами блока. Фильтрующие элементы размещены в перемычках в угловых зонах блоков и обеспечивают снятие фильтрационного давления.

Возможность вариации составов бетонной смеси и длины распорок позволяет придать бетононаполняемым текстильным матам необходимую прочность и геометрические размеры, способные препятствовать разрушению конструкции от внешних воздействий.

Сочетание синтетической высокопрочной опалубки и высококачественного бетонного заполнителя является отличительной чертой БНТМ. С 1960-х гг. БНТМ успешно используется в качестве противоэрозионной защиты и укрепления грунтовых поверхностей берегов водотоков и водоемов, откосов искусственных сооружений в основном в странах с теплым и умеренным климатом.

Бетонные плиты являются аналогом БНТМ, и используемые для них методики расчета прочности не учитывают влияние текстильных синтетических полотен на несущую способность конструкции.

а



б

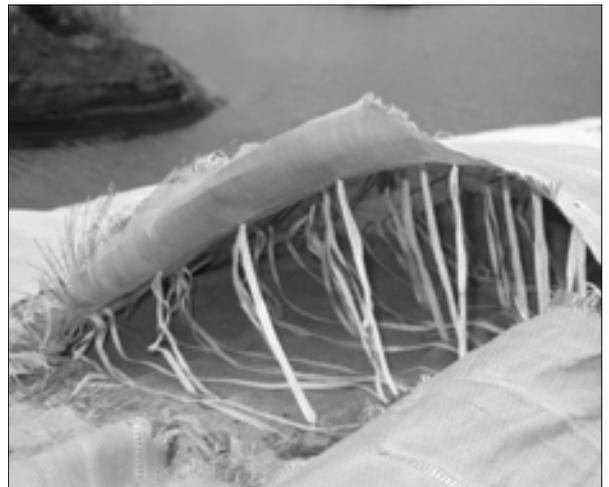


Рис. 2. Примеры использования бетононаполняемых текстильных матов в Самарской области:
а – Михайло-Овсянский гидроузел; б – мостовой переход «Кировский»

а



б



в

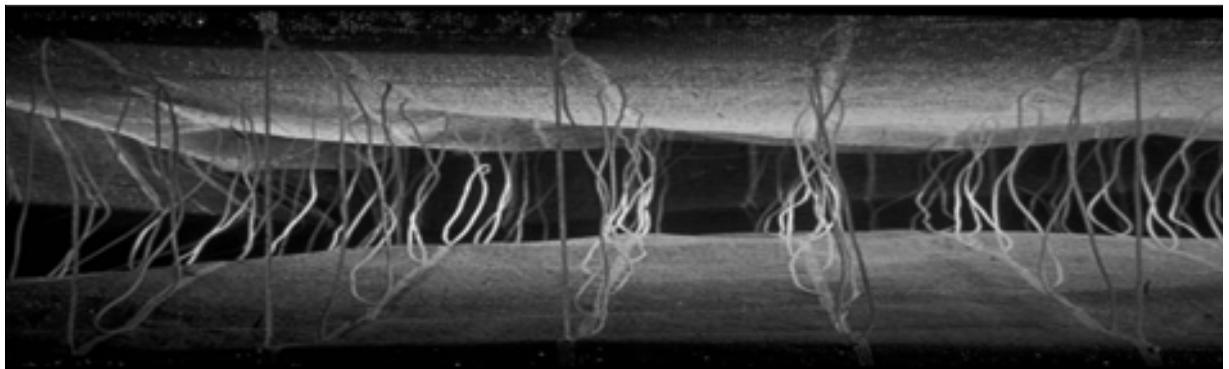


Рис. 3. Бетононаполняемые текстильные маты:
а – на площадке; б – тканое полотно с распорками; в – гибкие связи между полотнами

В связи с этим было принято решение о проведении исследований по оценке влияния тканых полотен в лабораторных условиях [9–13].

Лабораторные исследования по оценке влияния тканых полотен БНТМ типа Incomat® Flex проводились в лаборатории кафедры строительных конструкций Самарского государственного архитектурно-строительного университета, где использовалось следующее оборудование: силовой пол, гидравлический домкрат ДГ25, насосная станция, измеритель прочности бетона ПОС 50 МГ-4. Текстильные синтетические полотна имели следующие характеристики: прочность не менее 45 кН/м; удлинение при разрыве не более 20 %; вес примерно 200 г/м².

В основу лабораторного исследования авторами положено изучение свойств бетонных плит как балки на упругом основании и влияния наличия синтетической ткани на прочностные показатели.

Для проведения исследований в условиях, максимально приближенных к натурным, потребовалось усовершенствовать силовой пол, в связи с этим была предусмотрена отсыпка песка толщиной 0,8 м на площадке силового пола размерами 3×3 м. В целях ограничения расплзания песчаной призмы необходимо было выполнить устройство деревянной опалубки по контуру. Размеры были приняты исходя из плановых размеров «подушки» БНТМ (1,2×1,2 м), габаритов силового пола и траверсы. Схема лабораторной установки приведена на рис. 4.

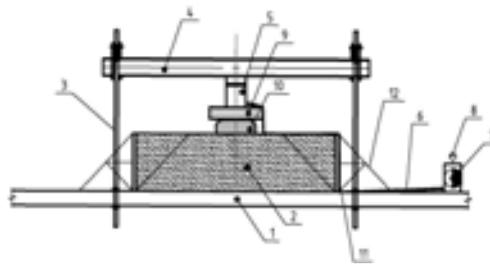


Рис. 4. Принципиальная схема лабораторной установки:

- 1 – площадка силового пола; 2 – песок;
- 3 – элементы подвески траверсы; 4 – траверса;
- 5 – гидравлический домкрат; 6 – шланг к насосу;
- 7 – насос; 8 – измеритель нагрузки;
- 9 – распределительная балка; 10 – образец;
- 11 – деревянная опалубка;
- 12 – элементы углового крепления

Количество изготовленных для исследования матов и бетонных плит показано в табл. 1.

Бетонная плита без текстильных синтетических полотен заливалась из того же бетона, что и для БНТМ, в специально изготовленной опалубке. Перед началом опытов «подушки» БНТМ дополнительно обрабатывались путем отрезки элементов швов при помощи шлифмашины от тела «подушки» и приведения ее к стандартным размерам. В результате оголения боковых поверхностей БНТМ было установлено, что трещины в бетоне до начала исследования отсутствуют.

Таблица 1

Количество исследуемых показателей

Исследуемый материал	Длина, м	Ширина, м	Толщина, м	Количество, шт.
Бетонная плита	1,2	0,6	0,1	3
Подушка БНТМ Incomat® Flex 20.108	1,2	0,6	0,1	3
Подушка БНТМ Incomat® Flex 20.108 с удаленной верхней тканью	1,2	0,6	0,1	3
Подушка БНТМ Incomat® Flex 20.118	1,2	1,0	0,2	3

Задачами лабораторного исследования являлись:

- определение прочностных показателей БНТМ и их отличия от бетонных плит аналогичного размера путем сравнительного испытания подушек БНТМ Incomat® и бетонных плит;

- подтверждение характера зависимости толщины мата от нагрузки путем испытания двух типов БНТМ Incomat® Flex 20.108 и Incomat® Flex 20.118.

Результаты лабораторных исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты лабораторных исследований

Исследуемый материал	Величина нагрузки при разрушении, кН, по повторениям			Удельная величина, кН/м
	1	2	3	
Бетонная плита (1,3х0,6х0,12 м)	50	45	55	83,5
Подушка БНТМ Incomat® Flex 20.108 (1,0х0,6х0,12 м)	100	80	115	164,1
Подушка БНТМ Incomat® Flex 20.108 с удаленной верхней тканью (1,0х0,6х0,12 м)	62.5	67.5	65.5	108,9
Подушка БНТМ Incomat® Flex 20.118 (1,2х1,0х0,2 м)	235	197.5	237.5	223,3

В результате аппроксимации полученных данных лабораторного исследования, для определения толщины мата h из условия его прочности авторами рекомендуется уравнение вида:

$$h = \frac{A \cdot N^{0,55}}{1,41},$$

где A – коэффициент, зависящий от класса бетона и размеров подушки; для подушек с размерами $1,00 \times 1,00$ м и бетона классов от В20 до В40 коэффициент A изменяется в пределах от 0,0151 до 0,0121 соответственно; N – предельно допустимая нагрузка, кН.

Лабораторные исследования БНТМ при различных условиях сохранения текстильных синтетических полотен показали определенное их влияние на несущую способность матов. Так, несущая способность мата толщиной 10 см с удаленным верхним полотном превышает на 24 % несущую способность неармированного блока аналогичных размеров из того же бетона, а при сохранении обоих полотен – на 47 %. Также установлено, что при увеличении толщины мата влияние синтетической ткани на несущую способность матов снижается.

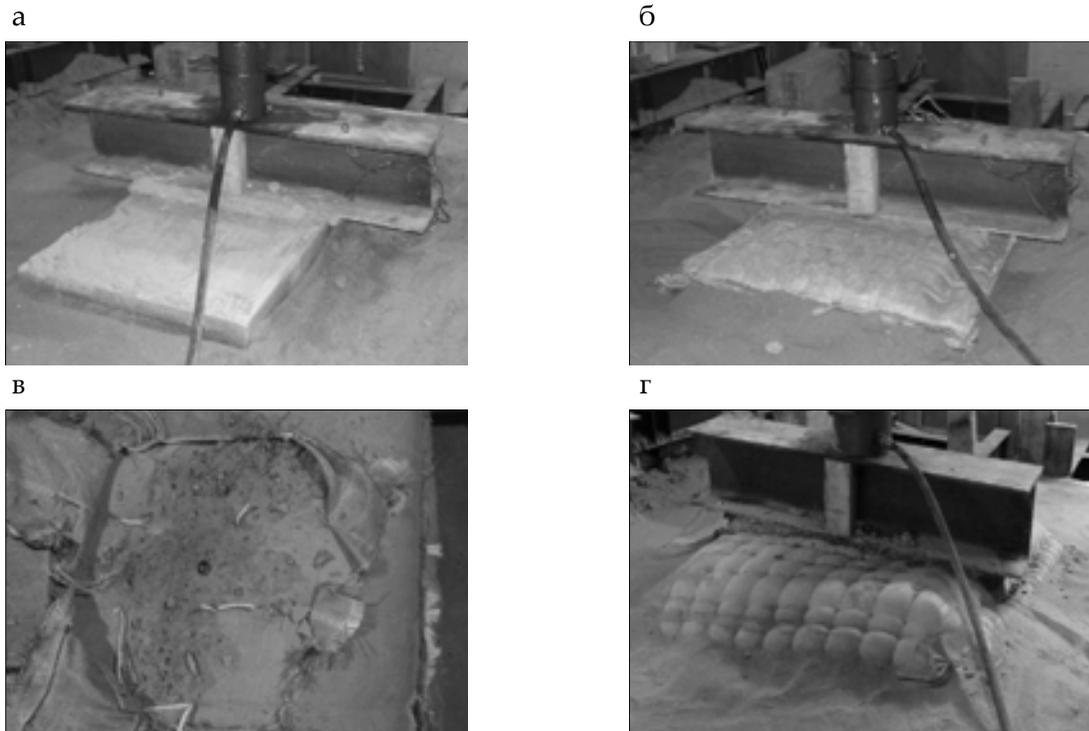


Рис. 5. Фото испытаний:

- а – бетонная плита (1,3x0,6x0,12 м); б – подушка БНТМ Incomat® Flex 20.108 (1,0x0,6x0,12 м);
в – подушка БНТМ Incomat® Flex 20.108 с удаленной верхней тканью (1,0x0,6x0,12 м);
г – подушка БНТМ Incomat® Flex 20.118 (1,2x1,0x0,2 м)

Выводы. 1. Приведены результаты лабораторного исследования влияния текстильных синтетических полотен на несущую способность бетоноподняемых текстильных матов. Установлено, что наличие двух полотен может повышать несущую способность на 47 %.

2. Приведена зависимость для определения толщины мата из условия требуемой его прочности.

3. Сделан вывод, что при увеличении толщины мата влияние синтетической ткани на несущую способность матов снижается. Так, для матов толщиной 10 см при уменьшении числа полотен до одного несущая способность уменьшается на 23 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бальзанников М.И., Галицкова Ю.М. Защита береговых склонов от разрушения // Экобалтика 2006:

сб. трудов VI Междунар. молодежного экологического форума стран Балтийского региона. С-Пб.: Из-во СПб-ГПУ, 2006. С. 58-60.

2. Алпатов В.Ю., Холопов И.С., Лукин А.О., Соловьев А.В., Гудков К.Н. Облегченные металлические конструкции – опыт, разработка, внедрение // Строительные материалы, оборудование, технологии 21 века. 2011. № 12 (155). С. 40-45.

3. Бальзанников М.И., Евдокимов С.В. Общие направления и проблемы совершенствования конструкций технических систем // Современные проблемы совершенствования и развития металлических, деревянных, пластмассовых конструкций в строительстве и на транспорте: материалы Международной науч.-тех. конф. / СГАСУ. Самара, 2002. С.78.

4. Бальзанников М.И., Шакарна С.М. Вероятностная оценка устойчивости откосов грунтовых плотин //

Градостроительство и архитектура. 2011. № 1. С. 92-95. DOI: 10.17673/Vestnik.2011.01.18.

5. Родионов М.В., Литвинова М.Г. Новый тип берегоукрепительных конструкций –бетононаполняемые текстильных маты // Природоохранные и гидротехнические сооружения: проблемы строительства, эксплуатации, экологии и подготовки специалистов: материалы Международной научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 2014. С. 460-463.

6. Родионов М.В., Литвинова М.Г. Расчет берегоукрепительных бетононаполняемых текстильных матов в условиях волновых воздействий // Природоохранные и гидротехнические сооружения: проблемы строительства, эксплуатации, экологии и подготовки специалистов: материалы Международной научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 2014. С. 464-467.

7. Родионов М.В., Литвинова М.Г. Расчет берегоукрепительных бетононаполняемых синтетических матов в условиях ледовых воздействий // Природоохранные и гидротехнические сооружения: проблемы строительства, эксплуатации, экологии и подготовки специалистов: материалы Международной научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 2014. С. 468-471.

8. Литвинова М.Г. Технические решения креплений береговых подтопляемых откосов // Научное обозрение. 2016. № 13. С. 70-74.

Об авторах:

МИХАСЕК Андрей Александрович

кандидат технических наук, доцент кафедры природоохранного и гидротехнического строительства Самарский государственный технический университет
Архитектурно-строительный институт
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846) 242-21-71
E-mail: andremixas@mail.ru

РОДИОНОВ Максим Владимирович

кандидат технических наук, доцент кафедры природоохранного и гидротехнического строительства Самарский государственный технический университет
Архитектурно-строительный институт
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846) 242-21-71
E-mail: rodionov_max@mail.ru

ЛИТВИНОВА Маргарита Геннадьевна

аспирант кафедры природоохранного и гидротехнического строительства Самарский государственный технический университет
Архитектурно-строительный институт
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846) 242-21-71
E-mail: litvin-rita@mail.ru

9. Михасек А.А., Родионов М.В., Литвинова М.Г. Опыт создания экспериментальной площадки для натуральных исследований берегоукрепительных бетононаполняемых матов в условиях ледовых воздействий // Научное обозрение. 2015. № 04. С. 125-134.

10. Пиявский С.А., Родионов М.В., Холопов И.С. Применение геосинтетических оболочек в гидротехническом строительстве // Вестник МГСУ. 2012. № 6. С. 54-61.

11. Бальзанников М.И., Холопов И.С., Родионов М.В., Литвинова М.Г. Теоретические исследования работы берегозащитных бетононаполняемых текстильных матов в условиях ледовых воздействий // Научное обозрение. 2015. № 22. С. 65-72.

12. Balzannikov M.I., Rodionov M.V., Litvinova M.G. Engineering development of bank protecting devices using concrete filling textile mats // Procedia engineering. 2016. S. 77-82.

13. Шабанов А.Д., Шабанов Л.А., Шабанов В.А., Кичигина Н.Я. Расчет железобетонных плит крепления напорных откосов земляных сооружений. Саратов: Издательство Саратовского университета, 1987. 139 с.

MIKHASEK Andrey A.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Environmental and Hydraulic Engineering Chair Samara State Technical University
Institute of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194 tel. (846) 242-21-71
E-mail: andremixas@mail.ru

RODIONOV Maxim V.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Environmental and Hydraulic Engineering Chair Samara State Technical University
Institute of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194 tel. (846) 242-21-71
E-mail: rodionov_max@mail.ru

LITVINOVA Margarita G.

Post-Graduate Student of the Environmental and Hydraulic Engineering Chair Samara State Technical University
Institute of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194 tel. (846) 242-21-71
E-mail: litvin-rita@mail.ru

Для цитирования: Михасек А.А., Родионов М.В., Литвинова М.Г. Влияние текстильных синтетических полотен на несущую способность бетононаполняемых текстильных матов // Градостроительство и архитектура. 2017. Т.7, №3. С. 57-62. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.03.10.

For citation: Mikhasek A.A., Rodionov M.V., Litvinova M.G. Textile synthetic sheets and their impact on the load bearing capacity of concrete-filled textile floor-mats // Urban Construction and Architecture. 2017. V.7, 3. Pp. 57-62. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.03.10.