

**ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ
НА ОСНОВЕ ТОРФОЦЕМЕНТА
ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**THE USE OF EFFECTIVE THERMAL INSULATION
ON THE BASIS OF PEAT-CEMENT
IN THE RECONSTRUCTION OF TEXTILE ENTERPRISES**

H.M. ВИТАЛОВА
N.M. VITALOVA

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: marabaev52@mail.ru

В статье представлены результаты экспериментального исследования прочностных характеристик теплоизоляционных торфоцементных строительных материалов в зависимости от процентного содержания портландцемента, характера взаимодействия вяжущего с жидкой средой и технологии изготовления. Приводится теоретическое обоснование целесообразности применения торфа в качестве органического заполнителя. Даются графики зависимостей влияния количества вяжущего на прочность при сжатии и при изгибе при различной продолжительности времени выдержки. В заключение приводятся оптимальные состав торфоцемента и технологические параметры его получения.

In the article presented the results of experimental research of descriptions of durability of thermo-insulating peat-cement building materials depending on the percentage of portland-cement, character of co-operation binding materials a liquid environment and technologies of making. There are theoretical basis of expediency of application of peat as an organic filler. Are given the graphs of dependences of amount binding materials on bending strength and pressing at different duration of time of hardening. Finally, contained optimal composition of peat-cement and technological parameters of his receipt.

Ключевые слова: торфоцемент, теплоизоляционные материалы, прочность при сжатии и изгибе.

Keywords: peat-cement, thermo-insulating building materials, bending strength and pressing.

Здания и сооружения текстильной промышленности г. Иванова и Ивановской области эксплуатируются более 100 лет. В связи с перевооружением предприятий новым оборудованием и физическим износом строительных конструкций необходимо производить их реконструкцию. Важными требованиями, предъявляемыми при реконструкции зданий, являются прочность, долговечность, простота возведения, высокая

теплоизолирующая способность материалов и конструкций. Одним из эффективных направлений решения задачи применения ресурсо- и энергосберегающих технологий в строительстве является производство и применение новых материалов, обладающих хорошими эксплуатационными характеристиками, невысокой стоимостью и экологичностью [1]. Примером таких строи-

тельных материалов могут служить торфоцементные плитные изделия теплоизоляционного назначения.

Для повышения механической прочности строительных материалов на основе торфа в качестве вяжущего следует применять портландцемент. Применение портландцемента позволяет получить легкий бетон средней плотности ($600 \dots 750 \text{ кг/м}^3$) и теплопроводностью до $0,08 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ конструкционного и конструкционно-теплоизоляционного типов. Так как цемент значительно увеличивает массу бетона, то его содержание доводится до минимума. Пористый заполнитель в этом случае вместе с цементным вяжущим дает оптимальную структуру, при которой механическая прочность достаточно высока [7].

В бетоноведении закон прочности материала оптимальной структуры описывается уравнением:

$$P_6 = P_{ц}^*/x^n, \quad (1)$$

где P_6 – прочность цементного бетона оптимальной структуры, МПа; $P_{ц}^*$ – прочность цементного камня оптимальной структуры, МПа; x – отношение фактической величины V/C бетона к V^*/C цементного камня оптимальной структуры; n – показатель степени, отображающий влияние заполнителя, дефектов структуры на прочность бетона.

Из уравнения (1) следует, что для повышения прочности бетона следует уменьшить значение реального отношения V/C и показатель степени n [2]. Это достигается в основном фракционированием заполнителя, составлением плотных смесей и их механической активацией.

При разработке торфоцементного композиционного материала учитывались следующие факторы:

- для каждой разновидности вяжущего вещества имеются свои специфические особенности взаимодействия с заполнителем и водой;

- химический, минералогический и гранулометрический составы заполнителя и вяжущего вещества;

- характер процесса взаимодействия неорганического вяжущего вещества с жидкой средой обусловлен, во-первых, типом молекулярной связи, в данном случае являющейся ионной, во-вторых, тем, что компоненты находятся в высокодисперсном состоянии, и, в-третьих, тем, что заполнитель представляет собой вещество с содержанием органических примесей;

- торф, в силу своей природы, также обладает связующими свойствами в естественных условиях [6].

Для каждого вяжущего вещества имеются свои специфические особенности взаимодействия с водой и заполнителем – химические, минералогические, гранулометрические и так далее. Поэтому характер взаимодействия вяжущего с жидкой средой обуславливается тем, что образование коллоидов и кристаллогидратов свойственно только данному виду вяжущего. Оно обусловлено тем, что, во-первых, вяжущее находится в высокодисперсном состоянии, и, во-вторых, основным типом связи в них является ионный. Вследствие этого микронные частицы вяжущих веществ, преимущественно состоящих из ионных кристаллических решеток с высокой суммарной энергией связи, создают прочную связь. Вместе с этим сохраняется характерная для ионной связи способность к электростатическому взаимодействию с ионами заполнителя. Такая ионная связь обладает свойствами насыщенности, что определяет способность молекул соединяться в агрегаты [8].

Согласно общей теории твердения композита, в нем присутствуют две стадии. На первой стадии высокодисперсное неорганическое вяжущее вещество переходит в качественно измененную метастабильную систему. На второй стадии система переходит в относительно устойчивое камневидное вещество. По сравнению с исходным цементом, в состав затвердевшего вещества входит до 60% и более новообразований, и небольшая часть вяжущего не успевает претерпеть деструкционных изменений. Эти две стадии твердения цемента не изолированы друг от друга, а накладываются одна на другую без четких границ раздела [7].

На прочность торфоцементных изделий оказывает влияние влажность торфа. В среднем влажность торфа, используемого в качестве заполнителя для производства теплоизоляционных изделий, составляет 60...75%, для изготовления торфоцементных плит возникает необходимость в снижении начальной влаги до 40...45% [3].

Определение влияния вида вяжущего на физико-механические показатели торфяного композита проводили следующим образом. Изготавливались по 12 образцов-кубов с использованием портландцемента в соотношениях 1, 3, 5, 7% по массе к торфу с размерами 40×40×40 мм и балочек с размерами 40×40×160 мм. Образцы получали методом прессования с усилием 0,8 кН.

При прессовании воздух, находящийся в торфяной смеси, сжимается и способствует распределению влаги, а сам, будучи в защемленном состоянии, не успевает удалиться. С ростом продолжительности процесса прессования, некоторая часть вытесненного воздуха замещается водой, количество газовой фазы в массе уменьшается, а влажность возрастает. Для удаления избыточной воды нижняя плита формы была выполнена перфорированной.

Перед прессованием массу готовили путем перемешивания компонентов, а именно: во влажный торф добавляли вяжущее в необходимом весовом количестве [4].

Формовочную смесь готовили следующим образом. Крупные частицы торфа отделяли от мелких путем отсева на ситах. Формовочная смесь содержала частицы торфа размерами не более 5 мм. Отсортированный таким образом торф перемешивали с вяжущим при влажности 40...45%.

Отпрессованные образцы выдерживали в естественных условиях в течение 7 и 28 суток. После выдержки при комнатной температуре (18...20°С) и влажности 60...70% определяли предел прочности при изгибе и сжатии и водопоглощение.

На рис. 1 (влияние вяжущего на прочность торфоцементных образцов: 1 – прочность при изгибе, МПа; 2 – прочность при сжатии, МПа) приведены кривые зависимости предела прочности торфоцементных

образцов от процентного содержания вяжущего после 7-суточного твердения. Как видно из рис. 1, прочность образцов зависит от процентного содержания вяжущего. Причем эта зависимость не пропорциональная, а носит криволинейный характер.

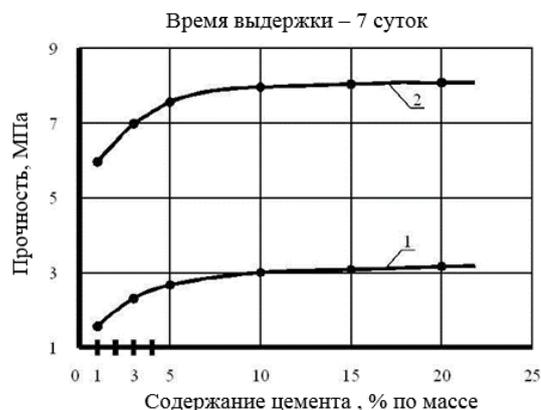


Рис. 1

Увеличение содержания цемента приводит к росту прочности торфоцемента как при изгибе, так и при сжатии. Однако параллельно с прочностью возрастает и плотность образцов. Торфоцементные изделия с содержанием до 20% вяжущего незначительно превышают по прочности образцы, в состав которых входит 5% цемента. Если разница в прочности у образцов, содержащих 5...10% цемента, составляет 30%, то дальнейшее повышение (до 20%) не дает существенного эффекта (рис. 1). Так, например, прочность при 5%-ном содержании цемента составляет 6,47 МПа, а при 20% – лишь 7,18 МПа. Повышение содержания вяжущего не дает желаемого результата по прочности как при изгибе, так и при сжатии. Кроме этого, введение в состав композита 20% по массе вяжущего повышает себестоимость готовых изделий.

Торф в составе торфоцемента выполняет две функции: является органическим мелким заполнителем и одновременно обладает вяжущими свойствами [9].

Торфяной заполнитель вследствие однородного строения частиц обладает хорошей текучестью, что является важной характеристикой при прессовании изделий. При увеличении давления прессования повышается

пористость торфяных частиц (сушка пор частиц торфа и пустот между ними), которая составляет примерно 68...72% по объему, то есть весьма значительна. Все эти факторы положительно влияют на использование торфоцемента в качестве теплоизоляционного материала [5].

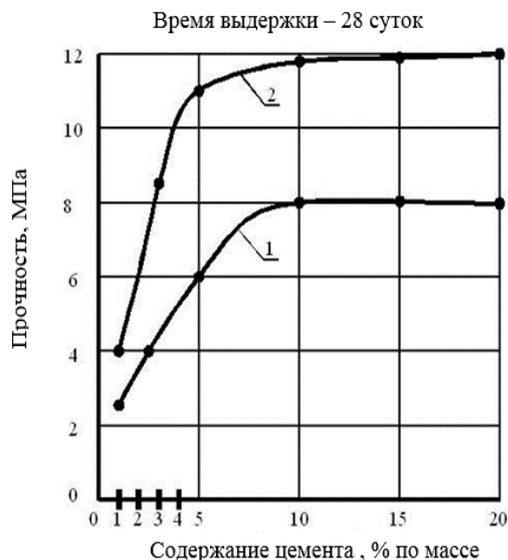


Рис. 2

Свойство торфа удерживать воду оказывает влияние на дальнейшее повышение прочности (рис. 2 – зависимость прочности торфоцементных образцов от содержания цемента: 1 – прочность при изгибе, МПа; 2 – прочность при сжатии, МПа). После 28-суточной выдержки в комнатных условиях прочность образцов как при изгибе, так и при сжатии повышается.

Из рис. 2 видно, что увеличение содержания цемента оказывает влияние на прочностные свойства торфоцемента. Зависимость прочности от содержания вяжущего носит криволинейный характер. Вначале рост прочности (до 5%) резко увеличивается, затем она возрастает, но незначительно. При 5%-ном содержании вяжущего прочность образцов при сжатии достигает значения 11,5 МПа, что является достаточно хорошим показателем (рис. 2, кривая 2).

Удовлетворительные показатели имеют образцы и при изгибе. Повышение прочности образцов при изгибе можно объяснить армирующими свойствами заполнителя.

ВЫВОДЫ

Полученные данные позволяют сделать вывод о возможности применения торфа в качестве заполнителя в составе композиционных торфоцементных строительных материалов теплоизоляционного и конструктивно-теплоизоляционного назначений. Оптимальный состав композита следующий: портландцемент – 5%, торфяной заполнитель – 95% (при 28-суточной выдержке).

ЛИТЕРАТУРА

1. Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Опарина Л.А. Сравнительный анализ ресурсо- и энергосберегающих характеристик при применении геотекстиля в строительстве // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 1. С.10...14.
2. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Изд-во АСВ, 2011.
3. Виталова Н.М. Применение торфа для изготовления композиционных теплоизоляционных плит // Промышленное и гражданское строительство. – 2010, №12. С. 71...73.
4. Виталова Н.М. Использование торфа для изготовления теплоизоляционных плит // Промышленное и гражданское строительство. – 2011, № 8. С. 68...71.
5. Виталова Н.М., Гуюмджян П.П., Марабаев Н.Л. Физико-механические характеристики композиционных теплоизоляционных плит из торфа // XVII Междунар. научн.-техн. конф.: Информационная среда вуза. – Иваново, 2010. С. 88...91.
6. Виталова Н.М., Марабаев Н.Л. Исследование процесса структурообразования торфяного композита // XVIII Междунар. научн.-техн. конф.: Информационная среда вуза. – Иваново, 2011. С. 186...189.
7. Клименко М.И. Легкие бетоны на органических заполнителях. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1977.
8. Ребиндер П.А. Физико-химическая механика дисперсных структур. – М.: Химия, 1966.
9. Суворов В.И. Исследования по технологии получения теплоизоляционных материалов на основе торфа // Сб. ст.: Проблемы создания экологически чистых и ресурсосберегающих технологий добычи полезных ископаемых и переработки отходов горного производства. – Тула: ТуГУ, 1996. С. 185...186.

REFERENCES

1. Alojjan R.M., Petruhin A.B., Oparina L.A. Sravnitel'nyj analiz resurso- i jenergoberegajushhih harakteristik pri primenenii geotekstilja v stroitel'stve // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, № 1. S.10...14.

2. Bazhenov Ju.M. Tehnologija betona. – M.: Izd-vo ASV, 2011.
 3. Vitalova N.M. Primenenie torfa dlja izgotovlenija kompozicionnyh teploizoljacionnyh plit // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2010, №12. S. 71...73.
 4. Vitalova N.M. Ispol'zovanie torfa dlja izgotovlenija teploizoljacionnyh plit // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2011, № 8. S. 68...71 .
 5. Vitalova N.M., Gujumdzhjan P.P., Marabaev N.L. Fiziko-mehanicheskie karakteristiki kompozicionnyh teploizoljacionnyh plit iz torfa // XVII Mezhdunar. nauchn.-tehn. konf.: Informacionnaja sreda vuza. – Ivanovo, 2010. S. 88...91.
 6. Vitalova N.M., Marabaev N.L. Issledovanie processa strukturoobrazovanija torfjanogo kompozita // XVIII Mezhdunar. nauchn.-tehn. konf.: Informacionnaja sreda vuza. – Ivanovo, 2011. S.186...189.
 7. Klimenko M.I. Legkie betony na organicheskikh zapolniteljah. – Saratov: Izd-vo Saratovskogo un-ta, 1977.
 8. Rebinder P.A. Fiziko–himicheskaja mehanika dispersnyh struktur. – M.: Himija, 1966.
 9. Suvorov V.I. Issledovanija po tehnologii poluchenija teploizoljacionnyh materialov na osnove torfa // Sb. st.: Problemy sozdanija jekologicheski chistyh i resursosberegajushhih tehnologij dobychi poleznyh iskopaemyh i pererabotki othodov gornogo proizvodstva. – Tula: TuGU, 1996. S. 185...186.
- Рекомендована кафедрой строительных конструкций. Поступила 20.11.16.
-