

13. SP 25.13330.2012. Svod pravil. Osnovaniya i fundamenty na vechnomerzlyh gruntah. Aktualizirovannaja redakcija SNIp 2.02.04-88 (utv. Prikazom Minregiona Rossii ot 29.12.2011 N 622). [RR 25.13330.2012. Rules and regulations. The bases on permafrost soil. The current edition of Construction Norms and Regulations 2.02.04-88] Moscow, Minregion Rossii, 2011.

14. Klimentov V., Hrustalev L. Izmenenie klimata i dinamika tolshh mnogoletnemerzlyh porod na severozapade Rossii na blizhajshie 300 let [Climate change and thicknesses' dynamics of the permafrost on the northwest of Russia for the next 300 years]. *Kriosfera Zemli*, T. 11, 2007, no 3. pp. 3-13.

Korotkov Evgeniy Anatolievich (Rossiya, g. Tyumen) – nauchnyj sotrudnik, nauchno-vnedrencheskaja laboratorija «Diatomit», Institut kriosферы Земли Сибирского отделения Российской академии наук (625000, g. Tyumen, ul. Малыгина, 86, e-mail: the_djon@bk.ru)

Konstantinov Aleksandr Olegovich (Rossiya, g. Tyumen) – mladshij nauchnyj sotrudnik Nauchno-vnedrencheskaja laboratorija «Diatomit», Institut kriosферы Земли Сибирского отделения Российской академии наук, (625000, g. Tyumen, ul. Малыгина, 86, e-mail: konstantinov.alexandr72@gmail.com)

Mel'nikova Alena Aleksandrovna (Rossiya, g. Tyumen) – преподаватель Тюменского государственного архитектурно-строительного университета, член Союза архитекторов России

(625000, g. Tyumen, ul. Lunacharskogo, 25, e-mail: konstantinov.alexandr72@gmail.com)

Ivanov Konstantin Sergeevich (Rossiya, g. Tyumen) – kandidat tehnikeskikh nauk, starshij nauchnyj sotrudnik, Institut kriosферы Земли Сибирского отделения Российской академии наук (625000, g. Tyumen, ul. Малыгина, 86, e-mail: e-mail: 4terminator@mail.ru)

Korotkov Evgeniy Anatolievich (Russian Federation, Tyumen) – researcher, scientific and implementation laboratory "Diatomit", Institute of the Earth's cryosphere of the Russian Academy of Sciences' Siberian branch (625000, Tyumen, Malygina St., 86, e-mail: the_djon@bk.ru)

Konstantinov Aleksander Olegovich (Russian Federation, Tyumen) – junior researcher of the Scientific and implementation laboratory "Diatomit", Institute of the Earth's cryosphere of the Russian Academy of Sciences' Siberian branch, (625000, Tyumen, Malygina St., 86, e-mail: konstantinov.alexandr72@gmail.com)

Melnikova Alyona Aleksandrovna (Russian Federation, Tyumen) – lecturer of Tyumen State University of Civil Engineering, member of the Union of architects of Russia (625000, Tyumen, Lunacharskiy St., 25) e-mail: yharro@yandex.ru

Ivanov Konstantin Sergeevich (Russian Federation, Tyumen) – Candidate of technical sciences, senior researcher, Institute of the Earth's cryosphere of the Russian Academy of Sciences' Siberian branch (625000, Tyumen, Malygina St., 86, e-mail: e-mail: 4terminator@mail.ru)

УДК 691.12

СВОЙСТВО БЕТОНА НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРУЕМОГО ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО ТОРФА

А. Ф. Косач¹, И. Н. Кузнецова², А. Б. Демидов³, Ю. В. Берёзкина¹

¹ФГБОУ ВПО «ЮГУ», Россия, г. Ханты-Мансийск;

²ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск;

³Комбинат пористых материалов, Россия, г. Омск.

Аннотация. В данной статье представлены эффективность производства строительных материалов на основе растительно-минеральных композиций – торфа. Сырьевая база позволяет рассматривать развитие их производства, как одно из важнейших направлений в освоении новых прогрессивных строительных материалов и инновационных технологий в ХМАО. Выявлена и обоснована возможность применения торфа, как пластифицирующего и гидрофобного органического вещества на основе высокодисперсного торфа в мелкозернистых бетонах, возможность регулирования физико-механических свойств. На основании проведенного исследования определена степень дисперсности, весовая доля наноразмерных частиц, количественное содержание модифицированной песчано-торфяной смеси до 20% от массы цемента, что снижает коэффициент теплопроводности на 10-12% и расход цемента на 15% без снижения прочностных характеристик бетона.

Ключевые слова: торф, бетон, цементный камень, активация, высокодисперсные частицы, прочность, свойства, структурообразование.

Введение

Значительным резервом повышения эффективности производства, в частности строительства, является снижение материалоемкости и использование местных ресурсов при производстве строительных материалов и конструкций. Это становится возможным при широком внедрении прогрессивных научно-технических достижений, ресурсо- и энергосберегающих технологий. В последнее время особое внимание ученых направлено на использование органики, как достаточно дешевого сырья, для производства различных строительных материалов. Оптимальным сырьевым ресурсом для производства композитов с использованием растительных наполнителей в Ханты-Мансийском автономном округе является торф. Эффективность применения материалов на основе растительно-минеральной композиций практически неограниченно. Сырьевая база позволяет рассматривать развитие их производства как одно из важнейших направлений в освоении новых прогрессивных строительных материалов в ХМАО.

ХМАО-Югра имеет огромный потенциал для вовлечения в сферу жилищного строительства инновационных материалов на основе торфо-минерального сырья путем разработки принципиально новых инновационных технологий переработки.

На территории округа расположено 2176 торфяных месторождений с площадью в промышленных границах 13182393 га и запасами 44971031 тыс. тонн торфа [1].

Анализ соотношения энергозатрат по технологическим переделам добычи и переработки торфа показывает, что наибольшие затраты энергии приходятся на процесс обезвоживания торфа. Сегодня в нефтедобывающих регионах, в частности, в Ханты-Мансийском автономном округе, создана мощная инфраструктура. На территории ХМАО 90% торфяных месторождений совмещены с нефтяными, имеющими попутный газ, который можно использовать для обезвоживания торфа, самого энергоемкого технологического передела, который составляет 78% общих энергозатрат на добычу и переработку торфа. Использование попутного газа позволит сократить энергоемкость технологического передела по обезвоживанию торфа на 50-60%, что существенно снизит стоимость конечной продукции.

Технико-экономические расчеты стоимости торфяной продукции подтверждают конкурентоспособность подобного производства по отношению к продукции, получаемой традиционными технологиями на территориях с благоприятным климатом.

Использование торфа, как торфяного наполнителя (торфяной лигнин), в бетоне способствует улучшению его теплофизических свойств. Основные свойства торфа: низкая теплопроводность, антисептичность, биостойкость, низкая плотность. При химической переработке органического вещества торфа можно получить соединения, которые улучшают пластифицирующие и гидрофобные свойства минеральных вяжущих (цемента, извести, гипса) и материалов на его основе.

Для того чтобы теоретически верно дать обоснование возможности применения торфа в производстве строительных материалов, необходимо иметь полное представление о составе и свойствах каждого компонента торфяного сырья и определить целесообразность выделения тех или иных компонентов в зависимости от требуемых характеристик получаемого материала. В торфе содержатся частицы различных форм и размеров, поэтому торф является полидисперсной системой. С физико-химической точки зрения торф можно отнести к классу сложных многокомпонентных полидисперсных полуколлоидно-высокомолекулярных систем. В торфе выделяют шесть основных групп соединений: гуминовые вещества, битумы, углеводная составляющая, фульвовые кислоты, целлюлоза, лигнин. Различие в содержании этих групп в торфе связано с их разновидностью и со степенью разложения. Следует отметить, что не все содержащиеся группы торфа положительно влияют на свойства строительных материалов, получаемых на его основе. Например, лигнин и углеводы оказывают негативное воздействие на прочность и долговечность цементного камня. В связи с чем, целесообразным представляется выделение и изучение свойств отдельных групп торфяного сырья [2].

Технология и свойства модифицируемого мелкозернистого бетона

В торфе содержатся частицы различных форм и размеров, поэтому торф является полидисперсной системой. С физико-химической точки зрения торф можно отнести к классу сложных многокомпонентных полидисперсных полуколлоидно-высокомолекулярных систем.

Торфяной лигнин после химической обработки (извлечение вредоносных веществ для бетона: воски, битумы, смолы, гиматомелановые, гуминовые и фульвокислоты) является нанопористым материалом, который положительно влияет на теплофизические и физико-механические свойства мелкозернистых бетонов. Исследования показывают, чем выше содержание минеральной части в торфе, тем он более активен. Катионы кальция и других веществ служат, с одной стороны, регулятором биохимических процессов, нейтрализаторами кислотности среды, во многом определяя структуру коллоидно-высокомолекулярной составляющей, с другой стороны, способны

активно участвовать в ионообменных реакциях, а также в реакциях гидратации и гидролиза торфа в процессе его переработки [3].

Для получения высокодисперсных (наноразмерных) частиц на основе торфяного лигнина, использовали центробежную дисковую установку, которая по степени дисперсности при сухом помоле позволяет получать ультрадисперсные материалы – $10 - 10^3$ нм (рис.1). Так как торфяной лигнин очень трудно подвергается диспергации, то для получения наноразмерных частиц использовали в качестве абразивного материала речной песок, в соотношении песка к торфу 80:20, 60:40, 40:60, 20:80 (рис.2).

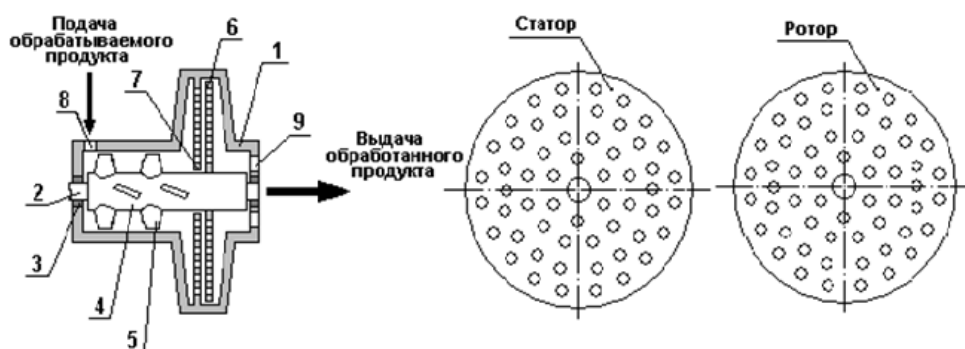


Рис. 1. Схема центробежной дисковой установки:
1 цилиндрический корпус, 2 соединительный вал, 3 подшипник, 4 вал, 5 лопасти, 6 решетчатый ротор, решетчатый статор, 8 окно для подачи продуктов, 9 окно для выдачи готовой продукции.

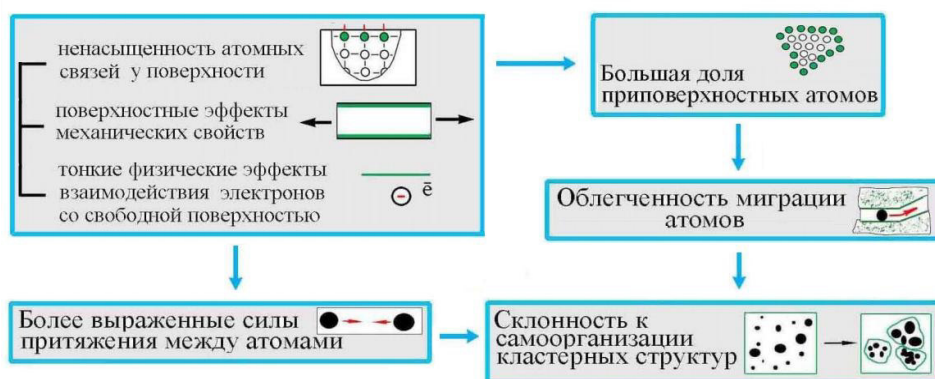


Рис. 2. Схема к самоорганизации кластерных структур в результате физических контактов коагуляционной структуры цементного геля.

Отличительной особенностью технологии строительных материалов на основе высокодисперсных систем является постоянное присутствие твердой фазы в системе, независимо от присутствия жидкой и газообразной фаз. Твердая фаза является носителем основного свойства строительных материалов – прочности, которая участвует в

формировании всех трех вышеназванных структур. В структуре приготовленных исходных дисперсных систем формовочные смеси, различные суспензии и т.д., необходимо различать две составные части: структурный каркас, образованный грубодисперсными частицами, и межзерновой пустотностью, состоящая из высокодисперсных частиц и

продуктов гидратации, расположенных в межзерновом пространстве грубодисперсного каркаса. Следует особо подчеркнуть, что решающую роль имеет регулирование свойств структуры на ранних стадиях её зарождения, а именно в коагуляционный период [4, 5].

Исключительно важное место в вышеуказанном периоде твердения цементного геля занимает вопрос о природе сил взаимодействия между структурными элементами, способствующими превращению гидрогеля в камневидное тело. Например, в исследовании отмечено, что процесс твердения может происходить вследствие проявления водородных связей, ван-дер-ваальсового взаимодействия или ионного притяжения при наличии неуравновешенных электрических зарядов [5]. Основная роль при этом отводится адсорбированной воде. Исследователи предполагают, что сила водородной связи достаточно велика для придания цементному камню высокой прочности. Данные силы структурной связи могут проявляться в том случае, если частички сближены до расстояний, на которых между ними возникают короткодействующие ненасыщенные поверхностные валентные силы [6].

Эти гидраты представлены в виде мельчайших частиц – субмикрористаллов – с размерами меньше 0,1 мкм; они создают в

прослойках между гидратированными зернами цемента коллоидную систему – тоберморитовый гель. Между частицами возникают коагуляционные контакты, что и приводит к образованию коагуляционной структуры. Особенностью этих контактов является обязательное наличие между частицами тонкой устойчивой прослойки воды (дисперсионной среды) [7].

В результате физических контактов коагуляционной структуры цементного геля происходит облегченность миграции атомов, наблюдаются более выраженные силы притяжения между атомами, что приводит к склонности самоорганизации кластерных структур (рис.2) [8].

В лаборатории новых технологий и автоматизации промышленности строительных материалов «ИНТА-строй» (г. Омск) проведены исследования по оптимизации количественного состава активированной песчано-торфяной смеси и её содержания от массы цемента в мелкозернистом бетоне, модифицированным высокодисперсным торфом, согласно разработанной структурной схеме исследования (рис.3). Разработаны составы и технология приготовления мелкозернистой бетонной смеси с целью изучения воздействия активированного состава песчано-торфяной смеси на физико-механические свойства мелкозернистого бетона.

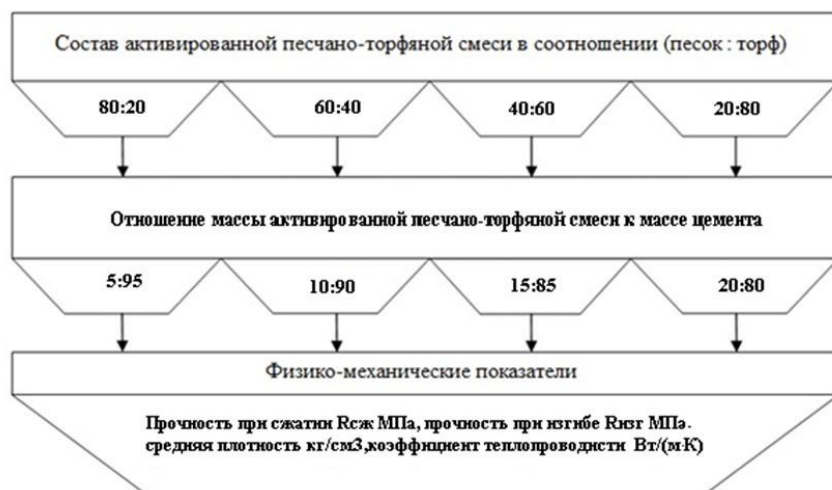


Рис. 3. Структурная схема исследования цемента-песчано-торфяной смеси

В эксперименте применялись следующие материалы:

1. Вяжущее вещество – портландцемент ПЦ400 Д20 производства Искитимского цементного завода (г. Новосибирск).

2. Песок – гидронамывной с реки Иртыш, Николаевского карьера, г. Омск со следующими характеристиками: $M_k = 1,9-2,1$;

истинная плотность – 2635 кг/м³; средняя плотность - 2550 кг/м³; насыпная плотность – 1530 кг/м³.

3. Вода водопроводная.

4. Торф (торфяной лигнин) - Обь-Иртышского междуречья: зольность - 10,8%; Н:С - 0,92; О:С- 0,46; N:С - 0,02; Д465/Д650 - 5,92.

СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Образцы мелкозернистого бетона размером 4x4x16 см изготовлены из цементно-песчано-торфяной смеси нормальной консистенции - 110-115 см и испытаны возрасте 28 суток нормального хранения. Кавитационная активация (расстояние между решетчатыми ротором и стартером) - 1,0-1,5 мм. Физико-механические показатели определялись при температуре 20 ± 2 °С и относительной влажности 70-80% согласно

требованиям ГОСТа. Прочностные характеристики цементно-песчано-торфяной смеси, определяемые на установке МИИ-100 и прессе МС-1000, образцы для определения теплопроводности изготавливали в виде пластин размером 100x100x15 мм, из цементного теста, модифицированного песчано-торфяной смесью нормальной густоты, согласно структурной схемы, представлены в таблице 1 и 2.

Таблица 1 – Физико-механические показатели активированной смеси (песка-торфа) и образцов бетона

Физико-механические показатели				Соотношение активированных песчаных торфяных смесей (песок к торфу)			
				80:20	60:40	40:60	20:80
Процентное содержание доли размера частиц	Весовые доли размера частиц песчано-торфяной смеси P, %	Размер частиц D, мкм	1,2-1,6	98-100	99-100	98-100	99-100
			0,8-1,2	67-70	59-61	51-54	37-39
			0,4-0,8	15-16	14-15	13-14	7-8
			0,0-0,4	5,4-5,7	5,1-5,4	4,9-5,1	3,1-3,4
Средняя плотность торфа и песка, активированной смеси, кг/м ³				1781	1721	1650	1570
Теплопроводность бетонных образцов Вт/м*к	1			0,339	0,311	0,307	0,289
	2			0,340	0,309	0,301	0,281
	3			0,343	0,313	0,302	0,285
	лср			0,341	0,311	0,303	0,285
Общая пористость бетона при диаметре пор 61,9-77,2, нм				0,039	0,037	0,033	0,029

Таблица 2 – Физико-механические показатели образцов с разным количеством активированной песчано-торфяной смеси к массе песка

Показатель	№ образца	Количество активированной песчано-торфяной смеси (песок-40:торф-60) к массе цемента								
		5%		15%		20%		25%		
		R _{изг}	R _{сж}	R _{изг}	R _{сж}	R _{изг}	R _{сж}	R _{изг}	R _{сж}	
Прочность, МПа	1	14,5	41,6	13,4	38,1	13,1	37,2	12,9	36,6	
			41,3				38,5			37,6
	2	14,2	40,9	13,3	37,6	13,0	37,3	12,7	36,1	
			40,1				38,2			36,9
	3	14,6	41,9	13,3	37,3	12,9	37,6	12,9	37,1	
			41,5				38,5			36,3
		R _{ср}	14,4	41,2	13,3	38,0	13,0	37,2	12,0	36,6
	Средняя плотность, кг/м ³		2292		2231		2201		2173	

На основании полученных результатов активации компонентов цементно-песчано-торфяной смеси бетона принимаем оптимальное соотношение песка к торфу - 40% к 60%, вследствие того, что прочность образцов по сравнению с прочностью контрольных образцов изменилась в пределах допустимых значений - 2,6%, а теплофизические свойства увеличились. Результаты определения массы активированной песчано-торфяной смеси от общей массы цемента, соотношение песка к торфу - 85% к 15% представлены в таблице 2. Известно, что поровая структура бетона (цементного камня) классифицируется следующим образом: микропоры, диаметр которых не превышает 0,01 мкм; переходные поры (мезопоры) диаметром от 0,01 до 0,1–0,2 мкм; макропоры диаметром более 0,2 мкм.

По данным ртутной порометрии образцы бетона содержат макропоры и мезопоры, средний общий объем таких пор для образцов бетона (из цементно-песчано-торфяной смеси) составляет 0,035–0,037 см³/г при диаметре 61,9–77,2 нм. Теплопроводность $\lambda_{тц,к} = 0,338\text{--}0,352$ Вт/(м·К) [9].

Заключение

Появление инновационного строительного материала из доступного местного сырья для жилищного и промышленного строительства может способствовать привлечению значительных инвестиций в регион ХМАО, что положительно скажется не только на экономической, но и социальной обстановке в округе. Одно из перспективных направлений регулирования свойств мелкозернистого бетона является использование наноразмерных минеральных и органоминеральных наполнителей на ранних стадиях, а именно в коагуляционный период процессов структурообразования.

На основании полученных результатов таблицы 1, 2 по степени дисперсности и весовой доли наноразмерных частиц, полученных при активации смеси песок-торф, принимаем соотношение песка к торфу 40/60%, количественное содержание песчано-торфяной смеси 20% от массы цемента.

Принятое соотношение песка к торфу и количественное содержание активированной смеси позволяют снизить среднюю плотность и коэффициент теплопроводности на 10–12%, при этом сократить расход цемента до 15% без снижения прочностных характеристик.

Библиографический список

1. Перспективы развития торфяной промышленности Ханты-Мансийского автономного округа-Югры // Отчет по НИР (заключит.)

государственный контракт № 7-НИР от 29 октября 2004 г. – Ханты-Мансийск, 2004 г // Исполнитель ОАО «Уральский центр энергосбережения и экологии»; исполн. Ануфриев В.П., Гревцев Н.В., Дюкова Р.С и др. – Ханты-Мансийск, 2004. – 217с. – Библиог.: с 187–219. – N ГР 01875001357 – Инв. N 07759001915.

2. Сартаков, М. П., Торфяных ресурсов ХМАО / М. П. Сартаков, А. Ф. Косач, Ю. В. Березкина, Н. А. Гутарева и др. // Эколого-географические проблемы природопользования нефтегазовых регионов: Теория, методы, практика. – Нижневартовск, 2003. – С. 31–40.

3. Косач, А. Ф. Технология и производство ячеистых бетонов на основе отходов кварца / А. Ф. Косач, И. Н. Кузнецова, С. В. Данилов, Н. А. Гутарева // Вестник СибАДИ. – 2013. – № 3 (31). – С. 82–86.

4. Кузнецова, И. Н. Процессы коррозии цементного камня в его структуре / И. Н. Кузнецова, М. А. Ращупкина // Вестник СибАДИ. – 2012. – № 2 (24). – С. 62–66.

5. Шмитько, Е. И. Химия цемента и вяжущих веществ / Е. И. Шмитько, А. В. Крылова, В. В. Шаталова. – Санкт-Петербург: «Проспект Науки». – 2006. – 206 с.

6. Гусев, Б. В. Формирование структуры композиционных материалов и их свойства / Б. В. Гусев, В. И. Кондращенко, Б. П. Маслов, А. С. Файвусович – М.: Научный мир, 2006. – 560 с.

7. Белоян, Б. М. Наноматериалы. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения: учеб. Пособие / Б. М. Белоян, А. Г. Колмаков, М. И. Алымов, А. М. Кротов. – М.: 2007 - 125с.

8. Фокин, К. Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий / К. Ф. Фокин; под ред. Ю. А. Табунщикова, В. Г. Гагарина. – 5-е изд., перераб. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2006. – 256 с.

MANUFACTURE OF CONCRETE ON THE BASIS OF MODIFIED FINELY DISPERSED PEAT

A. F. Kosach, I. N. Kuznecova,
A. B. Demidov, J. V. Berezkina

Abstract. The article dwells on the efficiency of manufacturing construction materials on the basis of vegetative and mineral compositions – peat. The raw materials base allows to consider the development of their production as one of the major directions in developing new progressive construction materials and innovative technologies in Khanty-Mansiysk Autonomous region. There are revealed and justified the possibility of using peat as a plasticized and hydrophobic organic substance on the basis of finely dispersed peat in fine grained concretes, the opportunity to regulate physical and mechanical qualities. On the basis of conducted research there is determined the dispersion degree, weight fraction of nanoparticles, quantitative content of modified sandy-peat mixture up to 20 % of the concrete's mass that decreases the thermal conduction coefficient by 10–12% and cement consumption by 15 % without decreasing strength properties of concrete.

Keywords: peat, concrete, cement stone, activation, finely disperses particles, durability, properties, structurization.

References

1. Perspektivy razvitiya torfjanoy promyshlennosti Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga-Jugry [Prospects of developing peat industry of the Khanty-Mansiysk autonomous district - Yugra]. *Otchet po NIR (zakljuchit.)* Anufriev V. P., Grevcev N. V., Djukov R. Hanty-Mansijsk, 2004. 217 p.

2. Sartakov M. P., Kosach A. F., Berezkina Y. V., Gutareva N. A. Torfjanyh resursov HMAO [Peat resources of Khanty-Mansiysk Autonomous district]. *Jekologo-geograficheskie problemy prirodopol'zovaniya neftegazovyh regionov: Teorija, metody, praktika*, Nizhnevartovsk, 2003. pp. 31-40

3. Kosach A. F., Kuznecova I. N., Danilov S. V., Gutareva N. A. Tehnologija i proizvodstvo jacheistyh betonov na osnove othodov kvarca [Technology and production of foamed concretes on the basis of quartz's wastes]. *Vestnik SibADI*, 2013, no 3 (31). Pp. 82-86.

4. Kuznecova I. N., Rashhupkina M. A. Processy korrozii cementnogo kamnja v ego strukture [Corrosion processes of the cement stone in its structure]. *Vestnik SibADI*, 2012, no 2 (24). pp. 62-66.

5. Shmitko E. I., Krylova A. V., Shatalov V. V. *Himija cementa i vjazhushhih veshhestv* [Chemistry of cement and binding substances]. Sankt-Peterbur, Prospekt Nauki, 2006. 206 p.

6. Gusev B. V., Kondrashhenko V. I., Maslov B. P., Fajvusovich A. S. *Formirovanie struktury kompozicionnyh materialov i ih svojstva* [Formation of composite materials' structure and their properties]. Moscow, Nauchnyj mir, 2006. 560 p.

7. Beloyan B. M., Kolmakov A. G., Alymov M. I., Krotov A. M. Nanomaterialy. *Klassifikacija, osobennosti svojstv, primenenie i tehnologii poluchenija* [Nanomaterials. Classification, peculiarities of properties, application and technologies of receiving]. Moscow, 2007. 125 p.

8. Fokin K. F. *Construction teplo tehnika ograzhdajushhih chastej zdaniy* [Construction thermal technology of shelding parts of buildings]. Moscow, AVOK-PRESS, 2006. 256 p.

Косач Анатолий Федорович (Россия, г. Ханты-Мансийск) – доктор технических наук, профессор кафедры Строительные конструкции Югорского государственного университета (ЮГУ), (628012, Ханты-Мансийский автономный округ - Югра, г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16 e-mail: A_Kosach@ugrasu.ru).

Кузнецова Ирина Николаевна (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры Строительные конструкции ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5).

Демидов Андрей Борисович (Россия, г. Омск) – начальник производственного отдела комбината пористых материалов «Комбинат пористых материалов» (644035, г. Омск, ул. Камбинатская, 46).

Березкина Юлия Викторовна (Россия, г. Ханты-Мансийск) – кандидат технических наук, доцент кафедры Строительство Югорского государственного университета (ЮГУ), (628012, Ханты-Мансийский автономный округ - Югра, г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16).

Kosach Anatoliy Fedorovich (Russian Federation, Khanty-Mansiysk) – doctor of technical sciences, professor of the department "Building structures" of the Yugra State University, (628012, Khanty-Mansiysk Autonomous Area, Khanty-Mansiysk, Chekhova st., 16, e-mail: A_Kosach@ugrasu.ru).

Kuznetsova Irina Nikolaevna (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, associate professor of the department "Building structures" of the Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5).

Demidov Andrey Borisovich (Russian Federation, Omsk) – production control manager of the industrial complex of porous materials "Combine of Porous Materials" (644035, Omsk, Kombinatskaya St., 46).

Berezkina Yulia Viktorovna (Russian Federation, Khanty-Mansiysk) – candidate of technical sciences, associate professor of the department "Construction" of the Yugra State University (628012, Khanty-Mansiysk Autonomous Area, Khanty-Mansiysk, Chekhova st., 16)