

УДК 691.618.93

«ДИАТОМИК» - НОВЫЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ

Е. А. Коротков¹, А. О. Константинов¹, А. А. Мельникова², К. С. Иванов¹

¹Институт криосферы Земли СО РАН, Россия, г.Тюмень;

²Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, Тюмень.

Аннотация. В статье рассматриваются перспективы применения нового материала «ДИАТОМИК» в дорожном строительстве в условиях Крайнего севера. Предложенный материал сравнивается с зарубежными аналогами. С помощью современных программных средств произведен прогноз теплового взаимодействия мёрзлых грунтов и дорожной конструкции с теплоизоляционным слоем материала в основании.

Ключевые слова: диатомит, пеностекло, теплоизоляционный материал.

Введение

Криолитозона занимает значительную часть территории России. В области ее распространения находятся важнейшие объекты топливно-энергетического комплекса и инфраструктуры, развитие которых является залогом экономической безопасности страны в XXI веке.

Районы России, расположенные в области распространения многолетнемерзлых пород (ММП), даже при сравнительно малом населении обеспечивают до 11% ВВП страны, главным образом за счет добычи невозобновляемых природных ресурсов [1]. Разведанные запасы месторождений нефти и газа, а также темпы их освоения будут только расти. Следовательно, даже при существенной диверсификации российской экономики, разработка месторождений природных ресурсов севера России останется одним главных императивов развития экономики страны.

Комплексное освоение природных ресурсов криолитозоны предполагает создание современной транспортной инфраструктуры с развитой сетью автомобильных дорог в регионах севера.

Автомобильные дороги относятся к числу линейных сооружений, пересекающих участки местности с разнообразными грунтовыми, гидрологическими и геокриологическими условиями. Проектирование и строительство таких объектов в области распространения ММП является сложным и трудоемким процессом. Доподлинно определить какие участки дороги окажутся в зоне риска в процессе эксплуатации, представляется затруднительным, поэтому требуется разработка специальных мер и технологий по защите инженерных сооружений.

В странах запада на уровне регионов, расположенных в области распространения ММП, все чаще принимаются решения о реализации инфраструктурных проектов, восприимчивых к изменениям природных условий. Такой подход к проектированию объектов транспортной инфраструктуры позволяет еще на этапе проектирования учесть возможность деградации ММП вследствие природных (изменения климата) и техногенных факторов.

Выбор данного подхода предполагает принятие нестандартных инженерных решений, использование новейших технологий и материалов в строительстве [2].

«ДИАТОМИК» - инновационный материал для дорожного строительства в условиях распространения ММП

Внедрение новых материалов, обеспечивающих дополнительный запас прочности дорожных конструкций и улучшающих их водно-тепловой режим, может стать оптимальным решением при строительстве автомобильных дорог и других объектов транспортной инфраструктуры в области распространения ММП.

Строительные материалы из пеностекла уже более десяти лет используются в дорожном строительстве ряда стран Северной Европы. Пеностекло производят путем переработки промышленных и бытовых отходов стекла. Ведущими производителями гранулированного пеностекла в Европе являются компании «Foamit», «Schaumglass», «Насор» и «Glapor».

Значительный опыт применения пеностекла в дорожном строительстве накоплен в Норвегии, где использованию новых строительных материалов активно способствует Норвежское управление автомобильными дорогами общего

пользования (The Norwegian Public Roads Administration). Способность слоя гранулированного пеностекла выполнять теплоизоляционные, морозозащитные и дренажные функции в дорожных конструкциях подтверждают результаты лабораторных и полевых экспериментов, данные мониторинга функционирующих дорог [3].

Слой из гранулированного пеностекла, обладающий низкой насыпной плотностью, способен не только улучшать водно-тепловой режим дорожной конструкции, но и снижать и перераспределять нагрузки на грунт. Многофункциональность слоя данного материала обеспечивает высокую

эффективность его применения при строительстве на слабых, просадочных грунтах и в области распространения ММП [3,4].

Нами предлагается использовать гранулированный материал «ДИАТОМИК» для устройства теплоизоляционно-дренирующего слоя в основании дорожной насыпи в качестве альтернативы вспененному экструзионному пенополистиролу, применяемому в дорожном строительстве при неблагоприятных грунтово-геологических условиях. Материал «ДИАТОМИК» по своим характеристикам ничем не уступает гранулированному пеностеклу зарубежных производителей (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристики материала «ДИАТОМИК» и гранулированного пеностекла ведущих европейских производителей [5, 3, 6]

Материал	Размер гранул, мм	Теплопроводность λ , W/m ² K		Прочность, МПа*	Насыпная плотность кг/м ³	Водопоглощение по объему %
		Сухого	Влажного			
«Geocell»	10 – 60	0,08	0,095	1,2 – 2,4	130 – 190	< 10
«Hasopor»	Light	10-60	0.099	0,8 – 2,4	180	0,75
	Standard		0.107		225	0,7
«ДИАТОМИК»	10-40	0,07	0,10	0,8 – 2,8	200-230	< 6

* - разброс в значениях прочности связан с выбором конкретной фракции, для которой проводились измерения

Приведенные в таблице 1 характеристики материала «ДИАТОМИК» определены в соответствии с ГОСТ [7, 8]

«ДИАТОМИК» представляет собой гранулированный пеностеклокристаллический материал, обладающий низкой теплопроводностью. Материал характеризуется высокой устойчивостью к силикатному распаду (менее 0,2%) и морозостойкостью (1,1 % потерь массы при 15 циклах замораживания и оттаивания, обладает низким водопоглощением, поскольку поры являются закрытыми [9].

Технология получения гранулированного строительного материала «ДИАТОМИК» запатентована ИКЗ СО РАН, патент РФ № 2464251, также на материал разработаны технические условия (ТУ 5764-001-90903792-2013). Процесс производства гранулированного материала «ДИАТОМИК» реализован на опытной установке ИКЗ СО РАН. Основной сырьевой компонент: опал-кristобалитовые горные породы (диатомит, трепел, опока) подвергаются первичному измельчению, сушке и тонкому помолу. Затем происходит смешивание с раствором каустика, формование сырцовых гранул, их подсушка, дробление до требуемых размеров

и вспенивание во вращающейся барабанной печи при 800 °С.

Запасы эоценовых опал-кristобалитовых пород Западно-Сибирской провинции оцениваются в 0,3 млн. км³. Для Северо-Тюменской субпровинции они доступны для разработки вплоть до расчетной глубины в 10 м [10]. Таким образом, в Тюменской области имеется практически неограниченная сырьевая база, что открывает возможности для строительства заводов и широкого применения материала.

Прогноз теплового взаимодействия мёрзлых грунтов и дорожной конструкции с теплоизоляционным слоем материала «ДИАТОМИК» в основании.

Прогноз отепляющего влияния дорожной конструкции на грунты основания при использовании различных теплоизоляционных материалов («ДИАТОМИК» и вспененный экструзионный пенополистирол марки «Пеноплекс») проводился с использованием компьютерного моделирования температурного режима грунтов в программе QFrost для типовой дорожной конструкции, применяемой при строительстве по I принципу проектирования в области распространения ММП.

Программа QFrost позволяет решать разнообразные задачи геокриологии, в частности проводить расчёты теплового взаимодействия инженерных сооружений с вечномёрзлыми грунтами с учетом изменения граничных условий.

Алгоритм расчета, используемый данной программой, впервые был предложен Л.Н.Хрусталёвым и изначально реализован сотрудниками кафедры геокриологии геологического факультета МГУ в пакете программ «Тепло». Программа QFrost использует тот же математический метод, но её отличает современный интерфейс и новые возможности [11].

Выбор данной расчетной модели обусловлен тем, что она характеризуется высокой степенью применимости для моделирования геотехнических систем, симметрия температурного поля которых позволяет пренебречь третьей пространственной координатой, например, для линейных сооружений.

Автомобильная дорога, для которой производился расчет, рассматривается как бесконечная в линейном направлении. Она ориентирована с запада на восток в районе

Надыма по участку болотистой местности (торфяник). Выбор подобного объекта для моделирования связан с необходимостью произвести расчет взаимодействия сооружения и грунтов для достаточно сложного случая (строительство по I принципу на грунтах IV класса просадочности).

Выбранная для расчетов конструкция насыпи является типичной для условий Севера и соответствует требованиям, заявленным для дорог первой подзоны первой зоны дорожно-климатического районирования России [12]. Она характеризуется следующими параметрами: дорожная одежда (щебень по ГОСТ 8267-93), толщиной по оси 0,3 м, земляное полотно с крутизной откосов 1:2, теплоизоляционный слой в основании насыпи мощностью 0,1 и 0,3 для материалов «Пеноплекс» и «ДИАТОМИК» соответственно, грунт основания – торф. Высота насыпи принята равной 2,13 м, ширина по низу 16,02 м. Геометрические пропорции насыпи и схема строения с различными вариантами утепления («ДИАТОМИК», «Пеноплекс») приведены ниже (рис.1 и рис.2).

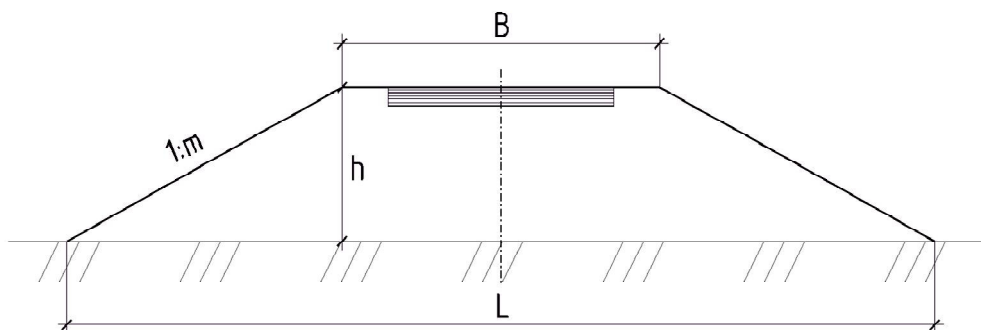


Рис. 1. Геометрические пропорции насыпи

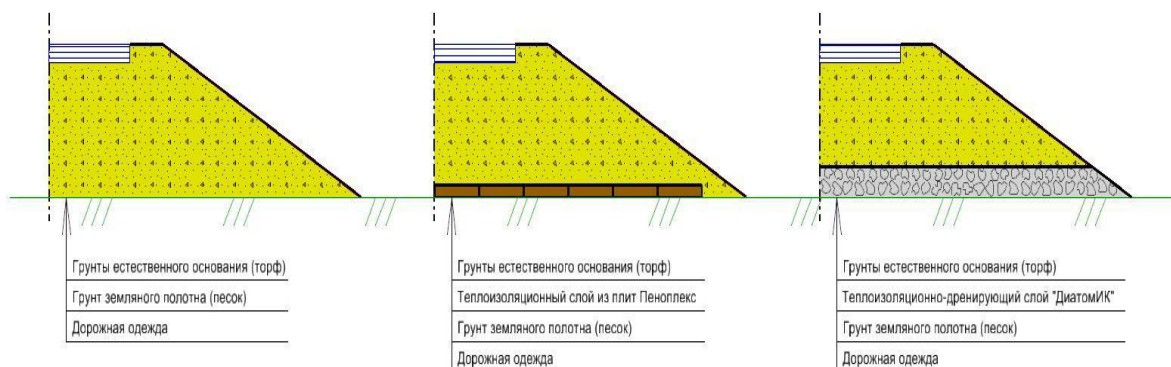


Рис. 2. Схемы строения дорожных насыпей, принятых для расчета (а - без теплоизолятора, б - «Пеноплекс», в - «ДИАТОМИК»)

СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Земляное полотно отсыпается из местных грунтов, песков. Под насыпью залегают многолетнемерзлые грунты ненарушенного сложения. Состав грунтов и необходимые для

расчета теплофизические свойства приведены в соответствии со СП 25.13330.2012. «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах» [13] (таблица 2).

Таблица 2 – Физические свойства природных грунтов и материалов дорожной конструкции

Грунт	Глубина/ мощность слоя, м	Коэффициент Теплопроводности Вт/(м*°С)		Объемная Теплоемкость, Вт*ч/(м ³ *°С)		Влажность весовая, %	Плотность сухого грунта, Т/м ³	Теплота фазового перехода Вт*ч/м ³
		Талого	Мерзлого	Талого	Мерзлого			
Разрез-представитель для района Надыма								
Торф	2	0,93	1,39	1044	754	1,50	0,4	55 800
Песок		2,15	2,37	770,0	592,0	0,20	1,6	29 760
Материалы, применяемые в дорожной конструкции								
Дорожное покрытие	0,3	0,74	0,74	978	978	-	-	2120
Строительный песок	2	1,45	1,51	563	522	-	-	1900
Пеноплекс	0,1	0,035	0,035	128	128	-	-	-
ДИАТОМИК	0,3	0,1	0,15	160	160	-	-	-

На нижней границе расчетной области, которая соответствует глубине нулевых годовых амплитуд температур в слое ММП (-2,5 °С для 16 м), задавалось граничное условие I рода с постоянными для всех сезонов года температурами. На верхней границе расчетной области задавалось

граничное условие III рода с переменными по времени температурой воздуха и величиной теплового потока на единицу площади с учетом сопротивления снежного и мохового покровов. На боковых границах расчетной области задавалось граничное условие II рода с нулевым теплотокном (таблица 3).

Таблица 3 – Граничные условия расчетной области

Параметры граничных условий	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	IVIII	IX	X	XI	XII
T °С (среднегодовая температура воздуха по месяцам)	-23,6	-23,6	-9,0	-9,0	-9,0	11,9	11,9	11,9	-4,8	-4,8	-4,8	-23,6
α, Вт/(м ² *°С), коэффициент теплообмена для района Надыма [14]	0,48	0,41	0,41	0,43	0,68	2,7	2,7	2,7	4,06	2,03	0,82	0,52

Кроме граничных условий для осуществления моделирования задавались также начальные условия. Начальными условиями для получения температурного поля до сооружения дорожной конструкции линейное распределение температуры грунта в массиве, обусловленное положением границы ММП и температурой грунтов на глубине нулевых годовых теплооборотов.

Расчеты изменения температурного поля в основании дорожной насыпи проводилась для сроков эксплуатации дорожной конструкции в 10 и 25 лет.

Обсуждение результатов

Произведенные расчеты позволяют предположить, что теплоизоляционные

свойства слоя материала «ДИАТОМИК» мощностью 0,3 м сопоставимы со свойствами слоя материала «Пеноплекс» мощностью 0,1 м. Сохранение мерзлотных условий в основании земляного полотна наблюдается при эксплуатации дорожной конструкции продолжительностью в 10 лет. Соответственно, выполняются все необходимые условия для реализации I принципа проектирования в криолитозоне.

При отсутствии теплоизоляционного слоя в основании земляного полотна для аналогичного срока эксплуатации происходит растепление на глубину до 0,2 – 0,4 м ниже уровня основания насыпи (рис. 3).

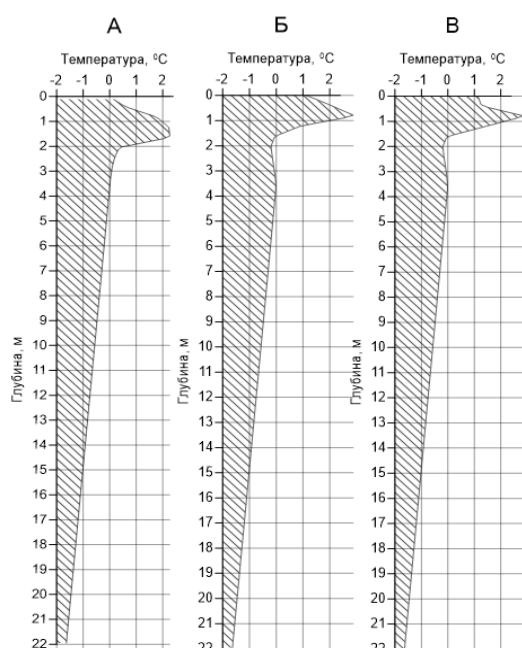


Рис. 3 Распределение температуры по глубине при эксплуатации в течение 10 лет в центральной части земляного полотна (А – без теплоизоляционного слоя, Б – «ДИАТОМИК», В – «Пеноплекс»)

При более длительном сроке эксплуатации дорожной конструкции (25 лет) позитивный эффект от применения теплоизоляционного материала в основании дорожной конструкции становится еще более очевидным (рис. 4)

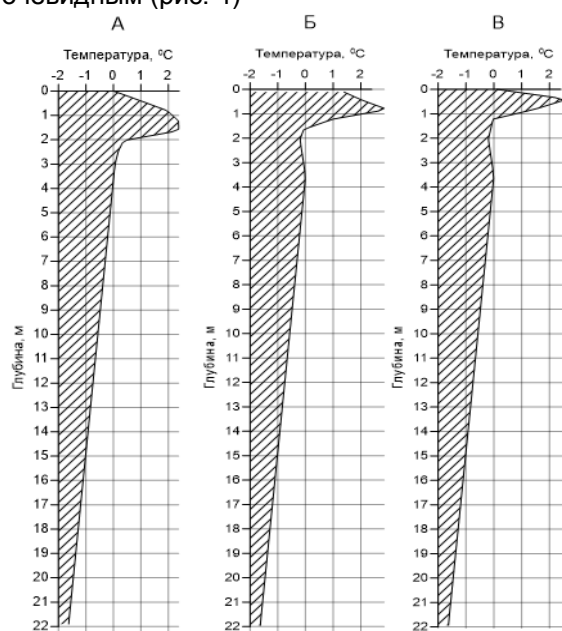


Рис. 4 Распределение температуры по глубине при эксплуатации в течение 25 лет в центральной части земляного полотна (А – без теплоизоляционного слоя, Б – «ДИАТОМИК», В – «Пеноплекс»)

В случае длительной эксплуатации дорожной конструкции с теплоизоляционным слоем материала «ДИАТОМИК» в основании не происходит растепление основания земляного полотна. Наоборот, происходит промораживание нижней части насыпи на высоту 0,2-0,3 м

Заключение

Инновационный гранулированный материал «ДИАТОМИК» способен обеспечить необходимую теплоизоляцию мерзлых грунтов в основании земляного полотна, спроектированного по I принципу.

Слой материала «ДИАТОМИК» мощностью 0,3 метра в основании насыпи не уступает по теплоизоляционным свойствам слою синтетического теплоизолятора «Пеноплекс» толщиной 0,1 метра.

Применение материала «ДИАТОМИК» в дорожном строительстве в условиях севера может оказывать положительный эффект на экономику Тюменской области и сопредельных регионов. Материал ориентирован на местное сырье, прост для транспортировки, может обеспечить импортозамещение ряда строительных материалов, привести к созданию новых рабочих мест.

Применение материала «ДИАТОМИК» может существенно улучшить качество транспортной инфраструктуры Западной Сибири как в условиях севера для теплоизоляции земляного полотна и дорожной одежды, так и в более южных районах при строительстве в сложных груново-гидрологических условиях.

Библиографический список

1. Основные природные и социально-экономические последствия изменения климата в районах распространения многолетнемерзлых пород: прогноз на основе синтеза наблюдений и моделирования: оценочный отчет / Под ред. О.А. Анисимова. – М.: Greenpeace, 2009. – 43 с.
2. Transportation & Climate Change in Manitoba Workshop / Prep. by K. Abdel-Hay, B. Harrison, S. Turriff, C. van Rosmalen. – Winnipeg: University of Manitoba Transport Institute, 2003. – 113 p.
3. Frydenlund T. E., Aabøe R. Use of waste materials for lightweight fills / T. E. Frydenlund, R. Aabøe // International Workshop on Lightweight Geomaterials. – Tokyo, 2002.
4. Meyer M., Emersleben A. Einsatzmöglichkeiten von recyceltem Altglas im Verkehrswegebau. / M. Meyer, A. Emersleben // Recycling und Rohstoffe. Band 3. – Berlin: Verlag, 2010. - S. 441 – 451.
5. Technische Daten von GEOCELL Schaumglasschotter. – Режим доступа: <http://www.geocell->

schaumglas.eu/de/schaumglasschotterglasschaum/technische-daten/ (дата обращения 06.12.2014).

6. Иванов, К. С. Новый изоляционный материал для термостабилизации грунтов / К. С. Иванов // Криосфера Земли. Том XV. – 2011. – № 4. – С. 120-122.

7. ГОСТ 9758-2012. Межгосударственный стандарт. Заполнители пористые неорганические для строительных работ. Методы испытаний (введен в действие Приказом Росстандарта от 27.12.2012 N 2073-ст). – М.: Стандартинформ, 2014

8. ГОСТ 7076-99 Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме. М.: Изд-во стандартов, 1999. – 16 с.

9. Иванов, К. С. Диатомиты в технологии гранулированного пеностекла / К. С. Иванов, С. С. Радаев, О. И. Селезнева // Стекло и керамика. – 2014. – № 5. – С. 15-19

10. Нестеров, И.И. Западно-Сибирская провинция кремнисто-опаловых пород / И.И. Нестеров, П.П. Генералов, Л.Л. Подсосова // Советская геология. – 1984. - № 3. – С. 35-40.

11. Песоцкий, Д. Г. QFrost – ПО для моделирования теплофизических процессов в грунтах / Д. Г. Песоцкий, М. С. Торгонский. – 2009 – 2015. – URL: <http://www.qfrost.net>.

12. СП 34.13330.2012. Свод правил. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* (утв. Приказом Минрегиона России от 30.06.2012 N 266). – М.: Госстрой России, 2012.

13. СП 25.13330.2012. Свод правил. Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88 (утв. Приказом Минрегиона России от 29.12.2011 N 622). – М.: Минрегион России, 2011.

14. Клименко В., Изменение климата и динамика толщ многолетнемерзлых пород на северо-западе России на ближайшие 300 лет / В. Клименко, Л. Хрусталева // Криосфера Земли. Т. 11. – 2007. – № 3. – С. 3-13.

“DIATOMIK” – NEW THERMAL INSULATING MATERIAL FOR ROAD CONSTRUCTION IN THE CONDITIONS OF CRYOLITHIC ZONE

E. A. Korotkov, A. O. Konstantinov,
A. A. Melnikova, K. S. Ivanov

Abstract. There are considered prospects of using new material "DIATOMIK" in road construction in the conditions of Far North. The offered material is compared to foreign analogs. By means of modern software there is made a thermal interaction's prospect of frozen soil and a road construction with a thermal insulating layer of material in the basis.

Keywords: diatomite, foamglass, thermal insulating material.

Reference

1. Osnovnye prirodnye i social'no-ekonomicheskie posledstviya izmeneniya klimata v rajonah rasprostraneniya mnogoletnemerzlykh porod:

prognoz na osnove sinteza nabljudenij i modelirovaniya: ochenochnyj otchet [The main natural, social and economic consequences of climate change in areas of permafrost's distribution: the prospect on the basis of observational synthesis and modeling: evaluation report]. Pod red. O. A. Anisimova. Moscow, Greenpeace, 2009. 43 p.

2. Transportation & Climate Change in Manitoba Workshop / Prep. by K. Abdel-Hay, B. Harrison, S. Turriff, C. van Rosmalen. – Winnipeg: University of Manitoba Transport Institute, 2003. – 113 p.

3. Frydenlund T. E., Aabøe R. Use of waste materials for lightweight fills / T. E. Frydenlund, R. Aabøe // International Workshop on Lightweight Geomaterials. – Tokyo, 2002.

4. Meyer M., Emersleben A. Einsatzmöglichkeiten von recyceltem Altglas im Verkehrswegebau. / M. Meyer, A. Emersleben // Recycling und Rohstoffe. Band 3. – Berlin: Verlag, 2010. - pp. 441 – 451.

5. Technische Daten von GEOCELL Schaumglasschotter. – Jelekt. resurs: rezhim dostupa: <http://www.geocell-schaumglas.eu/de/schaumglasschotterglasschaum/technische-daten/> (accessed 06.12.2014).

6. Ivanov K. S. Novyj izoljacionnyj material dlja termostabilizacii gruntov [New insulating material for soil thermostabilization]. *Kriosfera Zemli. Tom XV*, 2011, no 4. pp. 120-122.

7. GOST 9758-2012. *Mezhhgosudarstvennyj standart. Zapolniteli poristye neorganicheskie dlja stroitel'nyh rabot. Metody ispytanij (vveden v dejstvie Prikazom Rosstandarta ot 27.12.2012 N 2073-st)*. [State Standart 9758-2012. Porous inorganic aggregates for construction works. Test methods (N 2073 St are put into operation by the Order of Rosstandart of 27.12.2012)] Moscow, Standartinform, 2014.

8. GOST 7076-99 *Metod opredelenija teploprovodnosti i termicheskogo soprotivlenija pri stacionarnom teplovom rezhime* [State standart 7076-99. Method of determining heat conductivity and thermal resistance at the stationary thermal mode]. Moscow, Izd-vo standartov, 1999. 16 p.

9. Ivanov K. S., Radaev S. S., Selezneva O. I. Diatomity v tehnologii granulirovannogo penostekla [Diatomites in the granulated foamglass' technology]. *Steklo i keramika*, 2014, no 5. pp. 15-19

10. Nesterov I. I., Generalov P.P., Podsosova L. L. Zapadno-Sibirskaja provincija kremniisto-opalovykh porod [West Siberian province of siliceous-opal rocks]. *Sovetskaja geologija*, 1984, no 3. pp. 35-40.

11. Pesotskiy D. G., Torgonskiy M. S. *QFrost – PO dlja modelirovaniya teplofizicheskikh processov v gruntah* [QFrost – software for modeling of heatphysical processes in soil]. 2009, 2015. Available at: <http://www.qfrost.net>.

12. SP 34.13330.2012. Svod pravil. Avtomobil'nye dorogi. Aktualizirovannaja redakcija SNiP 2.05.02-85* (utv. Prikazom Minregiona Rossii ot 30.06.2012 N 266). [RR 34.13330.2012. Rules and regulations. Motor roads. The current edition of Construction Norms and Regulations 2.05.02-85]. Moscow, Gosstroj Rossii, 2012.

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.