



ФИЛИАЛ ОАО «РЖД»  
Центр обследования и  
диагностики  
инженерных сооружений  
обособленное подразделение  
**Мерзлотная станция**

Мерзлотная ул., 1. а/я 216. Тынга. 676282  
Тел/факс: (416-56)-4-20-16, тел. 7-36-63,  
7-28-03, факс 8-(416-56)-7-37-53  
e-mail: [isso-tms@bk.ru](mailto:isso-tms@bk.ru)

28 июня 2017 № 289

На № 54 от 15.06.2017

Директору НКО «Арктический  
фонд перспективных проектов и  
исследований»

Ю.М.Золотову

Копия:

Заместителю начальника Службы  
пути Заб.жд

В.М.Кузьмину

## Заключение

Уважаемые Владимир Николаевич и Юрий Михайлович!

«ДиатомИК», это искусственный пористый неорганический наполнитель, относится к классу легких керамических материалов. Физические свойства «ДиатомИК» превосходят свойства аналогичного по прочности керамзита по устойчивости структуры, морозостойкости и неразмокаемости.

Большая часть предложений АО «ВНИИЖТ» и Забжелдорпроект по использованию «ДиатомИК» недостаточно проработаны теоретически, не проверены на практике. Хорошо проработаны предложения по использованию материала для утепления лотков и крышек дренажных колодцев.

Испытания «ДиатомИК» в лотке на км 7185 Заб.жд с засыпкой пористым наполнителем лотка толщиной в 4 раза превышающей расчетную предотвратили полное промерзание выпуска из лотка, образование гидроакколитов на пути и уменьшили трудоемкость содержания дренажной системы.

Предлагаем:

- для определения возможности использования «ДиатомИК» в подземной части дренажей, повышения точности теплотехнических расчетов, провести испытания длительного (не менее 3 мес.) водопоглощения, определить теплотехнические характеристики материала во влажном, водонасыщенном, талом и мерзлом состояниях;

- использовать «ДиатомИК» в конструкциях без постоянного контакта с водой (лотки, крышки дренажей, и др. надземные, незагруженные сооружения);

- по опыту применения пористых материалов в автодорожном строительстве, в качестве утепляющего подбалластного слоя использовать «ДиатомИК» в сочетании с вяжущими веществами, дренирующими и разделительными слоями.

Начальник Мерзлотной станции  
Центра ИССО ОАО «РЖД»

В.Д.Цыганков

# Анализ опытно-экспериментального применения искусственного пористого неорганического заполнителя «ДиатомИК»

## 1. О материале «ДиатомИК»

Лабораторные испытания материала «ДиатомИК» выполнены в лаборатории бетонов и каменных материалов ФАУ «Росдорнии» в соответствии с ГОСТ-32496 Заполнители пористые для легких бетонов. Технические условия, ГОСТ-9758-2012 Заполнители пористые неорганические для строительных работ. Методы испытаний, следовательно, гранулированный теплоизоляционный материал «ДиатомИК», с нормативной точки зрения правильно называть искусственный пористый неорганический заполнитель «ДиатомИК» (далее «ДиатомИК»).

Анализ технологии изготовления «ДиатомИК», его химического состава и физических свойств позволяют сделать вывод о том, что «ДиатомИК» можно отнести к классу легких керамических материалов (керамзит, керамдор и.т.д.):

- химический состав диатомитов схож с составом легкоплавких глин, из которых производится керамзит (таблица 1).

Таблица 1

Пределы содержания основных химических элементов, %							
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Орг. в-ва	R <sub>2</sub> O
Диатомит (Факторович Л.М., Тепло- вая изоляция, 1966, 456 стр.)	81-94	1-6	1-3	□1	1	-	-
Высоко-вспучивающиеся глины (Онацкий С.П., Производство ке- рамзита, 1971, 311 стр.)	48-60	17-26	6,5-12	0,5-3	до 4	1-2,5	1.5-7

Красный цвет керамзита обусловлен высоким содержанием Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в глинах, в диатомитах окиси железа мало - цвет «ДиатомИК» серо-зеленый.

- технология изготовления керамзита и «ДиатомИК» - одинаковые. Гранулированное сырье обжигается во вращающихся (карусельных) печах при температуре 800-1300°C.

В виду малого содержания в диатомитах Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, обеспечивающих вспучивание глинистого сырья при обжиге, при производстве «ДиатомИК» выполняется дополнительная технологическая операция (патент РФ 2569138 Способ получения пористого строительного материала, Мельников В.П., Иванов К.С.) - смешивание шихты с раствором щелочного компонента (едкого натра) и алюмосиликатного компонента (глина, суглинок). По заявлению держателей патента, добавление в шихту алюмосиликатного и щелочного компонентов увеличивает прочность материала до 20 %.

- физические свойства «ДиатомИК», по заявлению Лаборатории бетонов и каменных материалов ФАУ «Росдорнии», превосходят свойства аналогичного

по прочности керамзита по устойчивости структуры, морозостойкости и неразмокаемости.

Выводы:

«ДиатомИК» это искусственный пористый неорганический наполнитель, относящийся к классу легких керамических материалов.

Физические свойства «ДиатомИК» превосходят свойства аналогичного по прочности керамзита по устойчивости структуры, морозостойкости и неразмокаемости.

«ДиатомИК» расширяет территорию производства пористых неорганических материалов за счет районов, где отсутствуют месторождения традиционных источников сырья.

## **2. О предложениях по применению «ДиатомИК»**

В Технических условия по применению гранулированного теплоизоляционного материала «ДиатомИК» для стабилизации земляного полотна (2016), разработанных АО «ВНИИЖТ», предлагается использовать «ДиатомИК» для:

- устранение осадок насыпей на оттаивающих вечномерзлых грунтах с отсыпкой ГТМ в зоне подошвы откосов насыпей;
- предупреждение сплывов и оползаний откосов насыпей;
- предупреждение и устранение смывов, сплывов и оползаний откосов выемок;
- использование в слое засыпки геосетки на откосах насыпей;
- устранение пучин и просадок железнодорожного пути;
- рекультивация с засыпкой термокарстовых понижений, водоотводов, подмостового пространства в условиях вечной мерзлоты;
- новое строительство в условиях вечной мерзлоты;
- строительство вторых путей в условиях вечной мерзлоты.

По нашему мнению предложения АО «ВНИИЖТ» недостаточно проработаны камерально и совершенно не испытаны на практике.

Например:

- рекультивация термокарстовых понижений и водоотводов «ДиатомИК» с плотностью зерен меньше плотности воды (0,44-0,52 г/см<sup>3</sup>) приведет к всплыванию и смыву «ДиатомИК» во время дождей и паводков;
- прежде чем применять «ДиатомИК» для устранения пучин и просадок необходимо проверить на практике, достаточна ли прочность материала для восприятия динамических нагрузок от подвижного состава;
- для предупреждения сплывов и оползаний откосов насыпей предложено утеплять откосы «ДиатомИК», в качестве причины сплывов и оползаний откосов насыпей в тех. условиях АО «ВНИИЖТ» указана необеспеченность стока влаги из балластных углублений, каким образом «ДиатомИК», влияет на обеспечение стока влаги из балластных углублений не поясняется.

Кроме того практически невозможно уложить «ДиатомИК» ровным слоем на откос насыпи путем выгрузки его из полувагонов для засорителей.

- крайне спорно предложение по устранению тепловых осадок земляного полотна в районах распространения многолетнемерзлых грунтов. Ряд ученых указывают на то, что тепловая изоляция препятствует не только оттаиванию, но и промерзанию, поэтому не меняет знак теплового баланса, а лишь замедляет процесс деградации, кроме того «ДиатомИК» не препятствует отепляющей инфильтрации атмосферных осадков. Зарубежный опыт показывает, что тепловая изоляция на мерзлоте эффективна лишь в сочетании с охлаждающими установками (тепловой диод).

Забжелдорпроект и ИЦ «Центр испытаний материалов и конструкций» Окт.жд (письмо № ИСК-111-13/ОЦИМК от 26.10.2016 ) считают, что «ДиатомИК» может быть применен для опытной проверки по утеплению дренажных сооружений и водоотводных лотков.

Предложения по утеплению водоотводных лотков и крышек дренажных колодцев, в которых «ДиатомИК» не контактирует постоянно с водой и грунтом, использование «ДиатомИК» в качестве заполнителя бетона для изготовления лотков и их крышек вполне обоснованы и перспективны.

Для использования «ДиатомИК» в качестве утеплителя дренажей необходимы исследования длительного водопоглощения (не менее 3 мес., таблица 2), а так же теплопроводности смеси воды и «ДиатомИК» в талом и мерзлом состоянии.

Таблица 2

Материал	Фракция, мм	Насыпная плотность	Водопоглощение в % по массе, через					
			1 час	2 дня	4 дня	14 дн.	1 мес.	3 мес.
«ДиатомИК» лаборатория бетонов и каменных материалов ФАУ «Росдорнии»	5-20	313 кг/м <sup>3</sup>	6,1	-	7,2	<b>10,9</b>	?	?
<b>Керамзит</b> из Парсуковских глин. Онацкий С.П. . Креамзитовый гравий,1953.	10-20	290 кг/м <sup>3</sup>	6,2	9,5	-	-	<b>11,2</b>	17,0
<b>Керамзит</b> из Бескудиковских глин. Онацкий С.П. Креамзитовый гравий,1953.	10-20	560 кг/м <sup>3</sup>	3,3	4,6	-	-	6,5	<b>11,1</b>

Есть обоснованные сомнения в способности «ДиатомИК» показывать должные теплоизолирующие свойства в увлажненном и водонасыщенном состоянии, учитывая близкие физические свойства «ДиатомИК» и керамзита.

Так по данным Жукова А.Д. (МГСУ) при экспериментальной проверке теплоизолирующего эффекта керамзитовых подушек установлено, что он достигается при условии укладки керамзита с поверхности грунта без заглубления. При укладке подушки в грунт керамзит водонасыщается. Керамзит в увлажнен-

ном и водонасыщенном состоянии имеет теплофизические характеристики, близкие к характеристикам промерзающих грунтов.

В автодорожной нормативной документации рекомендуется использовать керамзит и другие пористые материалы для утепления основной площадки земляного полотна в сочетании с органическими (битум) и неорганическими (цемент) вяжущими, дренирующими и разделительными слоями для исключения увлажнения керамзита и других пористых материалов (Методические рекомендации по проектированию и устройству на автомобильных дорогах конструктивных теплоизолирующих слоев из цементогрунтов с пористыми заполнителями, 1978, Союздорнии; ОДН 218.046-01; ВСН 46-83).

Ожидания Забжелдорпроект (ТЭО-7729) того, что узкие прослойки «ДиатомИК» в обратных засыпках дренажей приведут к уменьшению глубины сезонного промерзания, необоснованны, так как промерзание грунтов происходит не только сверху, но и с боков дренажной траншеи.

Выводы:

Большая часть предложений по использованию «ДиатомИК» недостаточно проработаны теоретически, не проверены на практике, физические свойства материала для использования в подземных сооружениях, в необходимой степени не изучены.

Хорошо проработаны предложения по использованию материала для утепления лотков, крышек дренажных колодцев и по использованию «ДиатомИК» в качестве наполнителя бетона для производства лотков и их крышек.

### **3. Результаты опытно-экспериментального применения искусственного пористого неорганического заполнителя «ДиатомИК»**

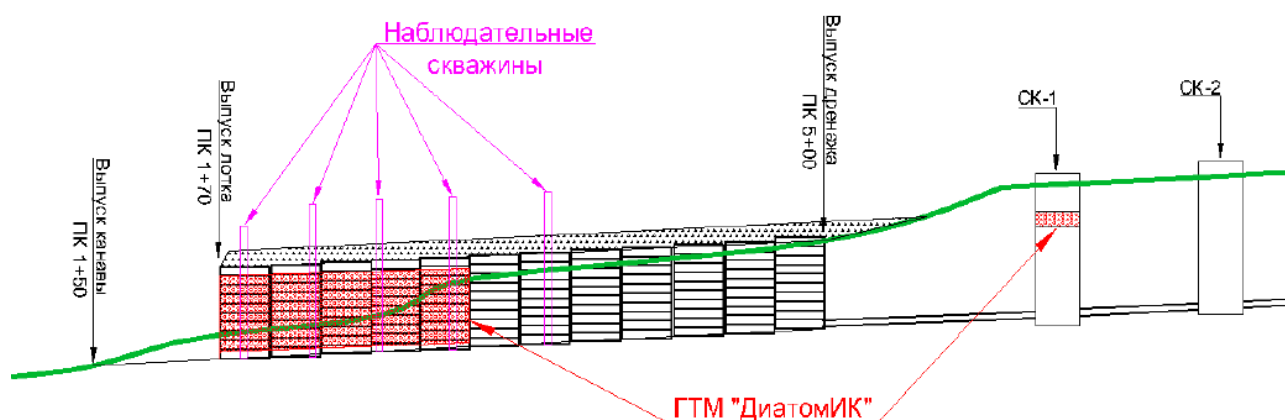
3.1. Проект работ. Монтажа и мониторинга для подтверждения эффекта дренирования и утепленного пропуска дренажных вод по выпускному лотку с применением ГТМ «ДиатомИК» на участке 7185 км перегона Большая Омутная-Сгибеево Забайкальской ж.д. 7729-ПМ.

В первой главе приведены завышенные данные по физическим свойствам «ДиатомИК» в частности по морозостойкости и водопоглощению.

Во второй главе показаны рисунки дренажных траншей с геомембраной и «ДиатомИК», иллюстрирующие работу траншей в начале и середине зимы, исходя из предположения о том, что траншея с «ДиатомИК» полностью не промерзнет.

В третьей главе приведены данные о климатических характеристиках района, справочные данные об инженерно-геологических условиях района, анализ данных паспортов формы ПУ-9 и визуального обследования. Установлено, что выпуск из лотка ежегодно перемерзает в декабре, в результате чего образуется наледь с нижней стороны и гидролакколиты на земляном полотне.

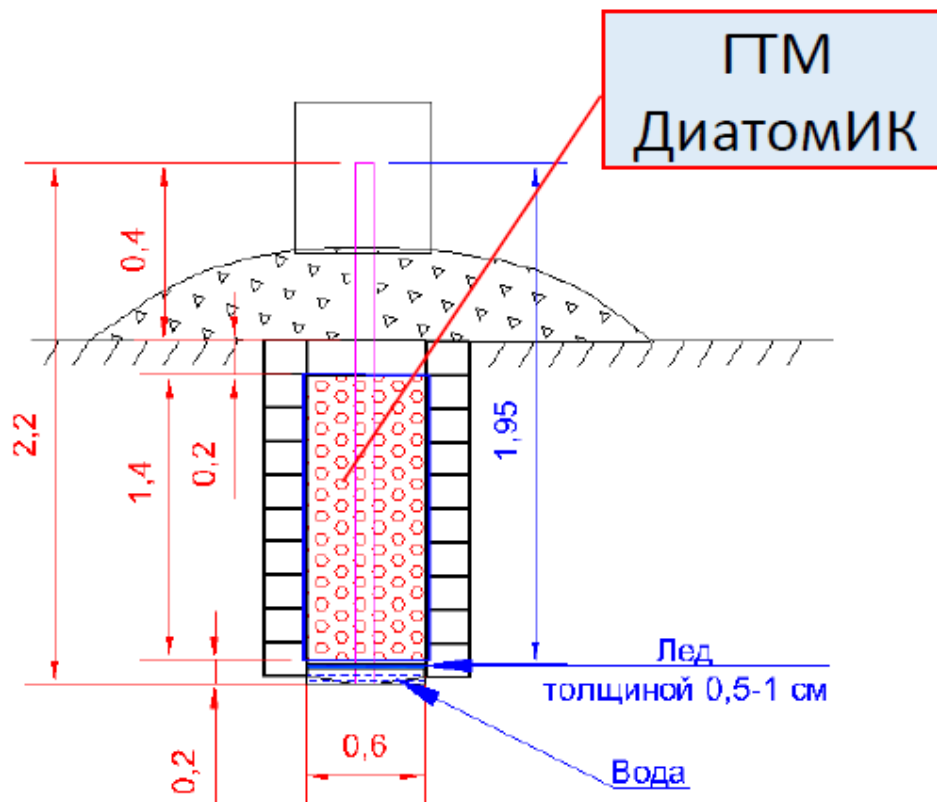
В четвертой главе приведены конструктивные решения. Лоток от выпуска засыпается «ДиатомИК» на протяжении 30 метров, крышка дренажного колодца СК-1 утепляется мешком с «ДиатомИК», предусмотрена установка пяти наблюдательных скважин.



3.2 Осенью 2016 года проект был реализован, выпуск лотка засыпан слоем «ДиатомИК» толщиной 1,6 м.

По данным Забжелдорпроект по состоянию на **01.11.2016** лоток промерз на глубину 1,4 м, ниже до глубины 1,6 м «ДиатомИК» талый водонасыщенный.

### состояние на 01.11.2016



Температура воды в лотке 3,7°C.

По материалам Акта от **20.01.2017**, подписанного ПЧУ-11 Перебоевым А.В. и ПДЗП-35 Леонтьевым Е.А. выпуск деревянного лотка затянут льдом, при этом движение воды не прекратилось. Ежедневно проводятся работы по нарезке канавы во льду длиной 100-150 м. В прошлые годы к середине января выпуск лотка полностью перемерзал, приходилось разбирать лоток на протяжении 15-20 м, трудоемкость содержания уменьшилась.

По данным Акта обследования от **26.04.2017**, подписанного ПДЗП-11 Леонтьевым Е.А. и начальником группы земляного плотна Забжелдорпроект Яшкиным З.А., выпиливанием льда с «ДиатомИК» установлено: мощность «ДиатомИК» - 1,0 м, глубина промерзания - 1,2 м, ниже льда выявлено движение грунтовых вод, в прошлые годы лоток полностью перемерзал.



Упоминание о том, что гранулы при замерзании не разрушились не имеет практической значимости, так как на фотографии видны разломанные гранулы, кроме того определение морозостойкости должно выполняться в лабораторных условиях по ГОСТ-9758-2012. Данные по температуре воды не приведены.

Выводы:

Слой «ДиатомИК» залит водой и полностью перемерз, при этом выпуск лотка полностью не проморожен, гидролаколлиты на пути не образовались, трудоемкость содержания дренажа уменьшилась.

Тем не менее ожидания Забжелдорпроект (Проект работ... 7789-ПМ) о том, что 30 сантиметровой слоя «ДиатомИК» достаточно для сохранения лотка от промерзания не оправдались, так как теплопроводность водонасыщенного

замороженного материала значительно выше сухого талого, кроме того не учтено промерзание с боков.

Для решения проблемы наледных явлений на км 7185 необходимо капитальное переустройство выпуска существующего дренажа и устройство дренажного сооружения с низовой стороны.

#### **4. Заключение:**

«ДиатомИК», это искусственный пористый неорганический наполнитель, относится к классу легких керамических материалов.

Физические свойства «ДиатомИК» превосходят свойства аналогичного по прочности керамзита по устойчивости структуры, морозостойкости и неразмокаемости.

«ДиатомИК» расширяет территорию производства пористых неорганических материалов за счет районов, где отсутствуют месторождения традиционных источников сырья.

Большая часть предложений АО «ВНИИЖТ» и Забжелдорпроект по использованию «ДиатомИК» недостаточно проработаны теоретически, не проверены на практике, физические свойства материала для использования в подземной части дренажных сооружений, в необходимой степени не изучены.

Хорошо проработаны предложения по использованию материала для утепления лотков, крышек дренажных колодцев и по использованию «ДиатомИК» в качестве наполнителя легких бетонов.

Испытания «ДиатомИК» в лотке на км 7185 Заб.жд с засыпкой пористым наполнителем лотка толщиной в 4 раза превышающей расчетную предотвратили полное промерзание выпуска из лотка, образование гидролакколитов на пути и уменьшили трудоемкость содержания дренажной системы.

#### **Предлагаем:**

- для определения возможности использования «ДиатомИК» в подземной части дренажей, повышения точности теплотехнических расчетов, провести испытания длительного (не менее 3 мес.) водопоглощения, определить теплотехнические характеристики материала во влажном, водонасыщенном, талом и мерзлом состояниях;

- использовать «ДиатомИК» в конструкциях без постоянного контакта с водой (лотки, крышки дренажей, и др. надземные, незагруженные сооружения).

- по опыту применения пористых материалов в автодорожном строительстве, в качестве утепляющего подбалластного слоя использовать «ДиатомИК» в сочетании с вяжущими веществами, дренирующими и разделительными слоями.