

*Е.И. Макарова, Т.С., Титова, М.В. Шершнева, С.А. Дороничева*  
(Петербургский государственный университет путей сообщения  
им. Императора Александра I; e-mail: dou@pgups.ru)

## **НОВЫЕ ГЕОЭКОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ПРОДУКТОВ РАЗРУШЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ КАМНЕОБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМ**

*Приведены результаты исследований по определению геоэкозащитных свойств продуктов разрушения искусственных камнеобразующих систем (бетонных и пенобетонных). Показано, что такого рода отходы могут быть использованы для нейтрализации агрессивных сред и поглощения нефтепродуктов.*

*Ключевые слова: геоэкозащитные свойства, камнеобразующие системы, анализ, бетонные и пенобетонные системы, нефтепродукты.*

*E.I. Makarova, T.S. Titova, M.V. Shershneva, S.A. Doronicheva*  
**NEW GEO-ENVIRONMENTAL PROTECTIVE  
PROPERTIES OF DESTRUCTION PRODUCTS  
OF THE ARTIFICIAL STONE FORMING SYSTEMS**

*Results of researches by definition of geo-environmental protective properties of destruction products of the artificial stone forming systems (of concrete and foam concrete). It is shown that such debris can be used to neutralize the corrosive environments and to absorb oil.*

*Key words: geo-environmental protective properties, stone forming systems, analysis, concrete and foam concrete systems, oil.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 12 мая 2016 г.

### **Введение**

Ежегодно в Санкт-Петербурге при строительстве новых и сносе старых зданий и сооружений образуются млн. тонн отходов, в основной массе представляющих собой продукты разрушения бетонных и пенобетонных искусственных камнеобразующих систем, которые направляются на полигоны для захоронения или перерабатываются с целью дальнейшего использования. Значительно расширить спектр применения такого рода отходов позволяют работы д.т.н., проф. Сватовской Л.Б. и её учеников, обосновывающие наличие новых свойств вяжущих систем, полученных из них искусственных камней, а также продуктов их разрушения [1-5]. К таким новым свойствам следует отнести и геоэкозащитные свойства.

## 1. Постановка задачи

В настоящее время стандартизированная методика определения геоэкозащитных свойств продуктов разрушения искусственных камнеобразующих систем отсутствует, что создает определенные трудности при проведении сравнительной оценки и выработке рекомендаций по дальнейшему использованию многотоннажных отходов, поэтому используется экспресс-метод, позволяющий комплексно оценить изменения продуктов разрушения искусственных камнеобразующих систем в агрессивных средах и изменения, происходящие с агрессивной средой после контакта с продуктами разрушения искусственных камней. В качестве агрессивной среды использованы имитаты стоков, содержащих эмульгированные нефтепродукты, с  $pH = 3,7$ . Модельный эксперимент проводился по следующей схеме. Предварительно взвешенные навески продуктов разрушения бетонных и пенобетонных камнеобразующих систем помещались в агрессивную среду, затем проводился анализ показателей.

## 2. Определение pH агрессивной среды после контакта с продуктами разрушения искусственных камнеобразующих систем

Для определения pH агрессивной среды после контакта с продуктами разрушения искусственных камней использованы навески массой от 0,5 до 5 г. Оптимальное время контакта составляло 10 мин. Результаты испытаний (табл. 1) свидетельствуют о том, что продукты разрушения бетонных и пенобетонных камнеобразующих систем могут быть использованы для нейтрализации кислых стоков, то есть выполнять геоэкозащитную функцию.

Таблица 1

### Результаты измерения pH агрессивной среды при контакте с продуктами разрушения бетонных и пенобетонных камнеобразующих систем

Масса навески, г	pH агрессивной среды после контакта с продуктами разрушения	
	бетонных камнеобразующих систем	пенобетонных камнеобразующих систем
0,5	3,9	4,1
1	4,3	4,4
1,5	5,2	5,1
2	5,6	5,8
2,5	6,6	6,5
3	7,0	6,7
3,5	7,2	7,1
4,0	7,3	7,7
4,5	7,8	7,7
5,0	7,8	7,7

### 3. Определение времени десорбции нефтепродуктов с продуктами разрушения бетонных и пенобетонных камнеобразующих систем

Предварительно высушенные навески продуктов разрушения бетонных и пенобетонных камнеобразующих систем, помещенные на металлическое сито, погружались в контактный резервуар, заполненный нефтепродуктами. В течение 10 мин. навески удерживались в нефтепродуктах. Извлеченные из нефтепродуктов навески помещались на сито, для свободного стока, после чего взвешивались. Таким образом определялось время полной десорбции продуктов разрушения бетонных и пенобетонных камнеобразующих систем (табл. 2).

Таблица 2

Результаты определения времени десорбции продуктов разрушения бетонных и пенобетонных камнеобразующих систем

Время стока, мин.	Масса навески продуктов разрушения камнеобразующих систем с нефтепродуктами, г	
	бетонных	пенобетонных
5	2,8	3,5
10	2,7	3,4
15	2,7	3,2
20	2,1	3,1
30	2,0	3,0
40	2,0	3,0
50	2,0	3,0
60	1,9	3,0
70	1,9	3,0

Исследования показали, что оптимальное время стока нефтепродуктов составляет 30 мин., дальнейшее увеличение времени стока не приводит к изменению массы нефтепоглотителей.

### 4. Определение времени контакта продуктов разрушения бетонных и пенобетонных камнеобразующих систем с нефтепродуктами

Для определения оптимального времени контакта продуктов разрушения бетонных и пенобетонных камнеобразующих систем с нефтепродуктами проведены следующие исследования.

Предварительно выдержанные в течение суток в стандартных условиях навески продуктов разрушения бетонных и пенобетонных камнеобразующих систем погружались в контактный резервуар, заполненный нефтепродуктом, и удерживались в погруженном состоянии разные интервалы времени. Затем образцы закреплялись для свободного стока на 30 мин., после которого взвешивались для определения прироста массы навески продуктов разрушения бетонных и пенобетонных камнеобразующих систем с нефтепродуктами в зависимости от времени контакта. По кинетике изменения массы определялось время оптимального контакта продуктов разрушения бетонных и пенобетонных камнеобразующих систем с нефтепродуктами (табл. 3).

**Определение оптимального времени контакта нефтепродуктов  
с продуктами разрушения бетонных и пенобетонных камнеобразующих систем**

Время контакта, мин.	Прирост массы продуктов разрушения камнеобразующих систем, ( $\Delta m$ ), г	
	бетонных	пенобетонных
3	0,2	0,5
5	0,3	0,6
7	0,5	0,7
10	0,6	0,8
15	0,6	0,8
20	0,7	0,8
25	0,7	0,8

По результатам исследований определено, что оптимальное время контакта нефтепродуктов с продуктами разрушения пенобетонных камнеобразующих систем составляет 10 мин., с продуктами разрушения бетонных камнеобразующих систем – 20 мин., а увеличение времени контакта не способствует приросту массы навесок.

### **5. Определение нефтепоглощительной емкости продуктов разрушения бетонных и пенобетонных камнеобразующих систем**

В соответствии с результатами исследований, определение нефтепоглощительной ёмкости продуктов разрушения бетонных и пенобетонных камнеобразующих систем проводились в следующих условиях: время контакта – 10 мин., время для протекания десорбции – 30 мин. Расчёт нефтепоглощительной емкости проводился по формуле:

$$C = (m_3 - m_ч)/m_ч, (г/г),$$

где  $m_3$  – масса навески продуктов разрушения бетонных и пенобетонных, камнеобразующих систем, загрязненной нефтепродуктами после процесса десорбции, г;

$m_ч$  – масса чистой навески продуктов разрушения бетонных и пенобетонных камнеобразующих систем, г.

Одновременно контролировалась масса нефтепродуктов в контактном резервуаре. Усреднённые результаты исследования (по 30 измерениям) представлены в табл. 4.

**Нефтепоглолительная емкость продуктов разрушения бетонных  
и пенобетонных камнеобразующих систем**

Параметр	Продукты разрушения камнеобразующих систем			
	бетонных		пенобетонных	
Масса навески нефтепоглотителя без нефтепродуктов, г	1	2	1	2
Масса навески после контакта с нефтепродуктами, г	1,6	3,4	2,1	4,2
Прирост массы, $\Delta m$ , г	0,6	1,4	1,1	2,2
Масса нефтепродуктов до контакта, г	10	10	10	10
Ёмкость продуктов разрушения бетонных и пенобетонных камнеобразующих систем по нефтепродуктам, г/г	0,6	0,7	1,1	1,1

Возможность вымывания поглощённых нефтепродуктов из продуктов разрушения бетонных и пенобетонных камнеобразующих систем определялась по образованию нефтяной пленки на поверхности контактного резервуара, заполненного дистиллированной водой. Время контакта составляло до 24 ч. По результатам наблюдений установлено, что в первые 5 часов контакта на поверхности воды образуется пленка нефтепродуктов, которая в дальнейшем не увеличивается. Исследования показали, что из продуктов разрушения бетонных и пенобетонных камнеобразующих систем вымывается в среднем до 10 % нефтепродуктов.

### Заключение

Проведённые исследования показали, что продукты разрушения искусственных камнеобразующих систем (бетонных и пенобетонных) обладают рядом геоэкозащитных свойств и могут быть использованы, например, для нейтрализации агрессивных сред или для поглощения нефтепродуктов.

### Литература

1. *Сватовская Л.Б., Макарова Е.И.* О природе процесса ликвидации нефтеразливов самотвердеющими вяжущими смесями // Известия Петербургского государственного университета путей сообщения. 2010. Вып. 2 (23). С. 239-249.
2. *Сватовская Л.Б., Макарова Е.И., Шершневa М.В.* Применение некоторых химических реакций неорганических веществ для геоэкозащитных целей в строительстве // Естественные и технические науки. 2014. № 4. С. 29-31.
3. *Макарова Е.И.* Оценка качества технологий защиты окружающей среды при ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов на предприятиях транспорта // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2011. Вып. 1 (26). С. 196-209.
4. *Макарова Е.И.* Экозащитная технология ликвидации разливов нефтепродуктов // Транспорт Российской Федерации. № 1 (32). 2011. С. 64-66.
5. *Сватовская Л.Б., Макарова Е.И., Латутова М.Н., Мартынова Н.В.* Геоэкозащитный аспект фосфатного материаловедения // Транспортное строительство. № 11/2012. С. 14-15.