

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УКЛАДКИ ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНОЙ СМЕСИ **Шемелева В.В.**

научный руководитель д-р биол. наук Заворуева Е.Н.,
Сибирский федеральный университет

При прокладке дорог используется песчано-гравийная смесь. Согласно ГОСТ 23735-79 предприятие - изготовитель этого строительного материала должно сообщать потребителю показатель потенциально-реакционной способности песчано-гравийной смеси (при наличии в песке реакционно-способных минералов). Однако получить такую информацию от производителя довольно проблематично.

В 2010 году Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору разослало письмо № 00-07-12/308 "О паспортизации опасных отходов". В нем, в результате проведения проверки обоснованности установления классов опасности отходов для окружающей среды, отходы песчано-гравийной смеси отнесены к четвертому (из пяти) классу опасности. Таким образом, официально допускается, что смесь может содержать токсические вещества.

Если в строительном материале будут присутствовать токсиканты, то с учетом того, что при прокладке дорог песчано-гравийная смесь используется в больших количествах, следует ожидать масштабное негативное воздействие на грунтовые воды. В связи с этим определение токсичности строительных материалов становится актуальной проблемой.

В данной работе с помощью билюминесцентного анализа была изучена токсичность песчано-гравийной смеси и её фракций до и после частичного механического разрушения.

Для определения токсичности щебня и песка были использованы биосенсоры В-17 677F и ЕСК. Каждый образец анализировали троекратно.

Измерение интенсивности билюминесценции проводили на анализаторе БЛМ – 8730М.

Оценка действия анализируемых проб на люминесценцию бактерий проводилась по билюминесцентному индексу (БИ), который определяли по формуле:

$$\text{БИ} = (I_0 / I_k) \cdot 100\%,$$

где I_0 - интенсивность свечения анализируемой пробы, I_k - интенсивность люминесценции в контроле. Контролем служила вода реки Енисей.

Водную экстракцию токсических веществ из щебня и песка проводили в соотношении 1:1 (по весу) в течение 24 часов. Перед измерением супернатант центрифугировали 20 минут при 12000 g.

О токсичности анализируемой пробы судили по величине БИ. Проба считается токсичной, если исследуемый экстракт изменяет интенсивность свечения хотя бы одного биосенсора больше, чем на 20% по сравнению с контролем. Если же это изменение превышает 50%, то такая проба характеризуется как очень токсичная. Таким образом, нетоксичной является такая проба, которая имеет значения БИ, лежащие в пределах от 80 до 120%.

Для исследования была взята песчано-гравийная смесь производства ООО «СКАН». Добыча компонентов ведется в карьере "Береговой" месторождения "Песчанка", в соответствии с лицензией на право пользования недрами: серия КРР, номер 01312, вид ТЭ. Внешний вид песчано-гравийной смеси представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Песчано-гравийная смесь, взятая для биотестирования

Видно (рис. 2), что в смеси присутствуют различные размерные фракции. В связи с этим было принято решение разделить эту смесь на фракции и каждую из них проанализировать на токсичность. Фракционный состав представлен в таблице 1.

Таблица 1. – Фракционный состав песчано-гравийной смеси

Фракция	Вес, г
Гравий более 10 мм	663
Гравий от 10 до 2 мм	338
Гравий от 2 до 1 мм	158
Гравий (песок) менее 1 мм	567

Внешний вид фракций представлен на рисунках 3-6.



Рисунок 3 – Гравий более 10 мм



Рисунок 4 – Гравий от 10 до 2 мм



Рисунок 5 – Гравий от 2 до 1 мм



Рисунок 6 – Гравий (песок) менее 1 мм

Экстракция возможных токсических веществ проводилась при постоянном встряхивании на специальном стенде. Сразу же, по окончании перемешивания, супернатант был мутным. Для его осветления было применено центрифугирование. Полученные водные экстракты из песчано-гравийной смеси и её фракций не имели цветовой окраски, были прозрачны и не обладали запахом.

Результаты биотестирования водных экстрактов представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2. – Биотестирования водных экстрактов песчано-гравийной смеси и её фракций с помощью биосенсора В-17 677F

Фракция	БИ	Среднее квадратичное отклонение	Характеристика токсичности
Песчано-гравийная смесь	117,0	7,9	Нетоксично
Гравий более 10 мм	119,9	5,8	Нетоксично
Гравий от 10 до 2 мм	108,1	9,8	Нетоксично
Гравий от 2 до 1 мм	109,3	5,1	Нетоксично
Гравий (песок) менее 1 мм	101,6	7,2	Нетоксично

Таблица 3 – Биотестирования водных экстрактов песчано-гравийной смеси и её фракций с помощью биосенсора ЕСК

Фракция	БИ	Среднее квадратичное отклонение	Характеристика токсичности
Песчано-гравийная смесь	90,7	5,5	Нетоксично
Гравий более 10 мм	100,3	5,8	Нетоксично
Гравий от 10 до 2 мм	81,2	5,1	Нетоксично
Гравий от 2 до 1 мм	84,5	6,4	Нетоксично
Гравий (песок) менее 1 мм	81,5	3,8	Нетоксично

В таблицах 2 и 3 представлены средние значения биолюминесцентных индексов (БИ) и их среднеквадратичные отклонения, рассчитанные по результатам трех измерений. О токсичности исследуемого образца судят по усредненной величине БИ. Если эта величина находится в пределах $80 \div 120$ (включая граничные значения), то проба считается нетоксичной. Это правило соблюдается, если ошибка измерений не превышает 15 %. Как видно из таблиц 2 и 3, среднеквадратичные отклонения не превышали 10 %. Следовательно, все проанализированные водные экстракты не являются токсичными.

В результате биотестирования, выполненного с помощью двух биолюминесцентных биосенсоров В-17 677F и ЕСК, установлено, что исследуемая песчано-гравийная смесь и её фракции не являются токсичными для окружающей среды.

Анализ полученных результатов показывает некоторое различие реакции биосенсоров на воздействие водных экстрактов. При использовании биосенсора В-17 677F значения БИ исследуемых проб были около 100 % или выше. При использовании биосенсора ЕСК величины БИ были в основном ниже 100 %, а для мелких фракций находились вблизи нижней границы нетоксичности.

Чем же могло быть обусловлено слабое ингибирующее действие водных вытяжек на биосенсор ЕСК? При внимательном рассмотрении рисунков 4-5 среди гравия можно увидеть присутствие щебня. Этот факт лег в основу предположения о том, что при механическом разрушении щебня может возникать эффект ингибирования биолюминесценции. С целью проверки сделанного предположения было выполнено частичное разрушение трех фракций песчано-гравийной смеси, размер которых менее 10 мм. Разрушение фракций проводили на стальной плите с помощью молотка. Разрушение вели до образования 8 - 10 % (по весу) частиц размером менее 0,3 мм. Затем из частично разрушенных фракций была сделана водная экстракция и проведено биотестирование.

Тестирование с помощью биосенсора В-17 677F не выявило токсичности водных экстрактов из частично разрушенных фракций. А вот с использованием биосенсора ЕСК был достоверно установлен ингибирующий эффект. Механизм ингибирования предстоит ещё выяснить в дальнейших исследованиях. На основании критериев определения токсичности (значения БИ, полученные с помощью обоих биосенсоров, должны быть в пределах 80-120) можно сделать вывод, что при механическом разрушении фракции песчано-гравийной смеси она становится токсичной для компонентов окружающей среды.

Таким образом, песчано-гравийная смесь, производимая ООО «СКАН» и используемая для строительства дорог в Красноярске и его окрестностях, не обладает токсическими свойствами для окружающей среды. Однако при механическом разрушении 10 % этого строительного материала он становится токсичным. Следовательно, при укладке песчано-гравийной смеси нельзя допускать её разрушения.