

эффективно очищается от компонентов сыворотки (белковых и жировых загрязнений), компонентов моющих растворов.

Таким образом, разработанный комплекс технических моющих средств «НАВИСАН-НМ» может эффективно применяться для мойки установок ультрафильтрации молочной сыворотки, заменив дорогостоящие импортные препараты.

ЛИТЕРАТУРА

1 Гончарик, Л. Высокие технологии на каждый день [Текст] / Л. Гончарик // Молочный продукт. – Мн., 2009. – № 1 (26). – С. 3-4.

2 СІР – мойка на пищевых производствах [Текст] / под ред. А. Тамим. – СПб.: Профессия. – 288 с.

3 Kumar, S.G. Significance of microbial biofilms in food industry: a review [Text] / S.G. Kumar, S.K. Anand // International Journal of Food Microbiology. – 1998. – V. 42, № 1-2. – P. 9-27.

4 Фетисов, Е.А. Мембранные и молекулярно-ситовые методы переработки молока [Текст] / Е.А. Фетисов, А.П. Чагаровский. – М.: Агропромиздат, 1991. – 272 с.

УДК 628:631.8

А.В. Игнатенко, доц., канд. биол. наук (БГТУ, г. Минск)

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕМЕНТСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Одной из актуальных экологических проблем является утилизация осадков сточных вод, образующихся на городских очистных сооружениях [1].

Осадки сточных вод представляют собой сложные биоорганические и неорганические смеси, неоднородные по химическому составу и содержанию компонентов. Они состоят из двух основных частей: песчаной смеси и избыточного активного ила. В 2011 г. на Минской очистной станции (МОС) было получено 259,3 тыс. т. осадков, из них кек – 199 тыс. т., песок – 69,3 тыс. т.

Основным направлением утилизации осадков МОС в настоящее время остается их депонирование в могильнике, возможности которого почти исчерпаны, и требуется строительство нового дорогостоящего сооружения. Захоронение осадков сточных вод не устраняет экологической проблемы, а откладывает ее решение на лучшие времена.

Прямое использование органической части осадков сточных вод МОС в сельском хозяйстве в качестве удобрений ограничено высоким содержанием в них токсичных тяжелых металлов, а также присутствием патогенных микроорганизмов и яиц гельминтов.

Среди других направлений утилизации осадков сточных вод, известных в литературе, используются: сжигание, переработка

осадков для получения биогаза, биокомпоста, а также получение строительных материалов [1].

Целью работы была оценка возможности использования осадков сточных вод МОС для получения цементсодержащих материалов. Для этого были изучены процессы обеззараживания осадков сточных вод МОС и влияние добавок осадков на твердение цементсодержащей смеси. В качестве объектов исследования использовали чистый песок из карьера, песок из песколовков МОС без его предварительной обработки, песок и кек после обеззараживания, а также цемент-песчаные смеси, приготовленные на их основе.

Обеззараживание осадков сточных вод проводили с помощью 0,5% антимикробных препаратов «Диактин» (акилдиметилбензиламмоний хлорид (6,5%), додецилдипропилен триамин (10%)), «Инкрасепт» (полигексаметиленгуанидин гидрохлорид (10%)), а также растворами известкового молока (1–10%) в течение 10 мин – 1 ч.

Для оценки содержания микроорганизмов в осадках и обеззараживающего действия на них антимикробных препаратов использовали метод биокалориметрии [2].

Цемент-песчаную смесь для анализа процессов ее затвердевания готовили при соотношении компонентов вода : песок : цемент (1:4:1–1:2:1). В качестве связующих и обеззараживающих веществ использовали цемент марки М400 (ОАО «Красносельскстрой»), гашеную известь.

Процесс твердения анализируемой смеси изучали методом калориметрии [3], проводя измерения на микрокалориметре МКМ-Ц. Для этого 1 г образцов заправляли в разборную рабочую ячейку микрокалориметра и регистрировали кинетику их тепловыделения в течение 2 ч.

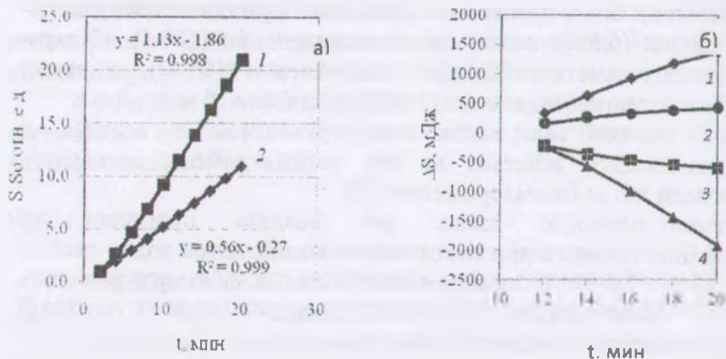
Одно из основных отличий осадков из песколовков по сравнению с чистым песком является их высокая загрязненность органическими, неорганическими веществами и опасными микроорганизмами. Это вызывает необходимость на первой стадии обработки осадков сточных вод использовать их обеззараживание.

Применение биокалориметрического метода анализа позволяет быстро оценить общее содержание микроорганизмов и их физиологическую активность, а также проанализировать силу действия антимикробных препаратов и выбрать наиболее эффективный способ инактивации микроорганизмов (рисунок 1).

На рисунке 1 представлены результаты анализа обеззараживания осадков при использовании органических биоцидов, известкового молока и термо-щелочной обработки. Как видно из рисунка 1 а известковое молоко подавляет жизнедеятельность микроорганизмов, однако, слабее, чем 0,5% органические биоциды, среди которых

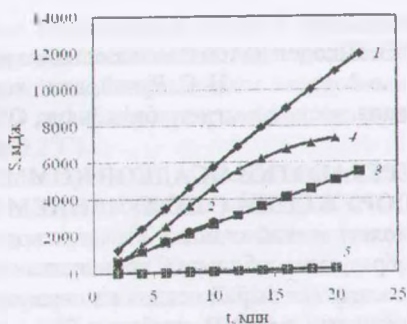
максимальной биоцидной активностью обладал препарат «Диактин» (рисунок 1 б).

Наиболее эффективным для обеззараживания осадков сточных вод явилось применение термо-щелочной обработки (рисунок 1, 4), которая позволила снизить содержание микроорганизмов на 3-5 порядков в зависимости от длительности обеззараживания. О влиянии загрязнителей песка на застывание цементсодержащей смеси можно судить по кинетике тепловыделения образцов. Как известно, процесс затвердевания бетона сопровождается выделением тепла. Чем выше мощность тепловыделения и больше выделяется тепла, тем выше скорость затвердевания и прочность бетона [3].



а) относительное изменение количества выделенного тепла в осадках сточных вод: 1 – контроль без обработки; 2 – осадок после обработки известковым молоком (1%) в течение 10 мин; б) изменение количества выделенного тепла в осадках сточных вод после обработки антимикробными веществами ($C = 0,5\%$, 10 мин): 1 – контроль без обработки; 2 – «Инкрасепт»; 3 – «Диактин»; 4 – термо-щелочная обработка известковым молоком ($C = 1\%$, $T = 70^\circ\text{C}$).
Рисунок 1 – Влияние антимикробных веществ на кинетику тепловыделения микроорганизмов в осадках сточных вод ($m = 1$ г, $T = 30^\circ\text{C}$)

На рисунке 2 приведены результаты анализа кинетики тепловыделения цементсодержащих образцов при их затвердевании. Результаты (кривые 2, 3) указывают, что присутствие органических и неорганических загрязнителей в песке песколовок незначительно снижает интенсивность тепловыделения образцов по сравнению с чистым песком, однако цвет образцов – черный. Введение известкового молока помимо обеззараживания улучшало структурообразование в смеси по сравнению с чистым песком, значительно увеличивало мощность тепловыделения (рисунок 2, кривые 2, 4), а также изменяло цвет образцов на светло-серый. Полученные результаты согласуются с известными свойствами известкового молока, обеспечивающими его широкое применение в качестве добавки для гидратации, пластификации и повышения качества бетона [4].



1 – вода : цемент (1 : 1); 2 – с добавкой чистого песка (1 : 1 : 2);
 3 – с добавкой песка песколовок (1 : 1 : 2); 4 – с добавкой песка песколовок после обеззараживания известковым молоком; 5 – с добавкой песок - кек (2 : 1)

Рисунок 2 – Кинетика тепловыделения образцов

Анализ возможности использования органической части осадков при получении бетонного раствора показал, что добавки кека в состав цемент-песчаной смеси резко снижали скорость тепловыделения образцов при их схватывании (рисунок 2, кривая 5). Одновременно значительно уменьшалась прочность застывших образцов. Это указывает на нарушение структурообразования в цементосодержащих материалах в присутствии кека.

В результате выполненной работы разработан биокалориметрический экспресс-метод анализа содержания микроорганизмов в осадках сточных вод и оценена эффективность различных способов обеззараживания осадков. Показано, что добавки кека к цемент-песчаной смеси при соотношениях 1:4–1:2 нарушают структурообразование и прочность бетона. Это не позволяет использовать кек для получения строительных материалов. Установлена возможность применения песчаных осадков сточных вод после их обеззараживания в составе цементосодержащих строительных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Экологически безопасные методы использования отходов. Монография // Под ред. Г. Е. Мерзлой, Р. П. Воробьевой. – Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 2000. – 554 с.

2 Игнатенко, А. В. Микробиологические, органолептические и визуальные методы контроля качества пищевых товаров. Микрокалориметрия: Лабораторный практикум /А.В. Игнатенко, Н.В. Гриц. – Мн.: БГТУ, 2003. – 114 с.

3 Ушеров-Маршак, А.В. Калориметрия цемента и бетона / А.В. Ушеров-Маршак. – Харьков: Факт, 2002. – 183 с.

4 Рыбьев, И. А. Строительное материаловедение: Учебное пособие / И. А. Рыбьев. – М.: Высшая школа, 2003. – 700 с.