

остатков для получения компостов // Научный журнал КубГАУ. 2017. №134. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-ispolzovaniya-rastitelnyh-ostatkov-dlya-polucheniya-kompostov> – Дата доступа: 14.01.2025.

3. Об утверждении, введении в действие общегосударственного классификатора Республики Беларусь: постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 9 сент. 2019 г., № 3-Т [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21934631p&p1=1>. – Дата доступа: 14.01.2025.

4. ГОСТ 34102-2017. Удобрения органические на основе органических отходов растениеводства и предприятий, перерабатывающих растениеводческую продукцию – Москва: Стандартинформ, 2017. – 12 с.

УДК 504.4.062.2:666.3

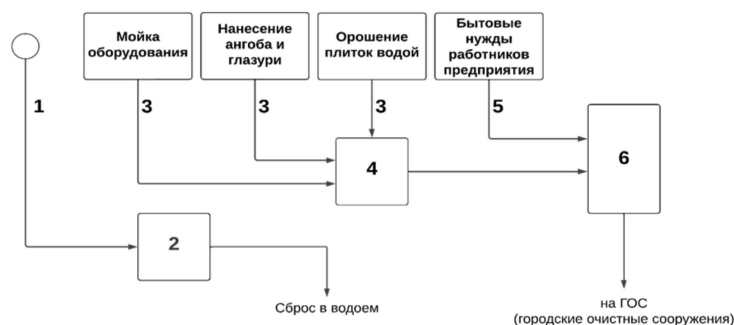
О.С. Залыгина, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск);
К.В. Завадский; М.А. Филиппук, учаш.
(УО «Национальный детский технопарк», г. Минск)

РЕЦИКЛИНГ СТОЧНЫХ ВОД КЕРАМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Современные технологии требуют поиска экологически устойчивых решений в управлении водными ресурсами, особенно в производственных отраслях, где объёмы воды, используемой в технологических процессах, значительны. Одной из таких отраслей является керамическая промышленность. Рециклинг воды на предприятии способствует снижению затрат и минимизирует воздействие на окружающую среду.

Наибольшее количество воды в керамической промышленности используется для приготовления шликера. Поэтому целью данной работы является разработка эффективной системы очистки сточных вод предприятий керамической промышленности для организации их рециклинга с использованием в технологическом процессе для приготовления шликера без ухудшения качества конечной продукции.

Существует три вида сточных вод, образующихся на любых предприятиях: производственные, хозяйственно-бытовые и поверхностные. На рис. 1 представлена схема водоотведения на предприятиях керамической промышленности.



1 – поверхностные сточные воды; 2 – сооружения для очистки поверхностных сточных вод; 3 – производственные сточные воды; 4 – сооружения для очистки производственных сточных вод; 5 – хозяйственно-бытовые сточные воды;
6 – городские канализационные сети (ГКС).

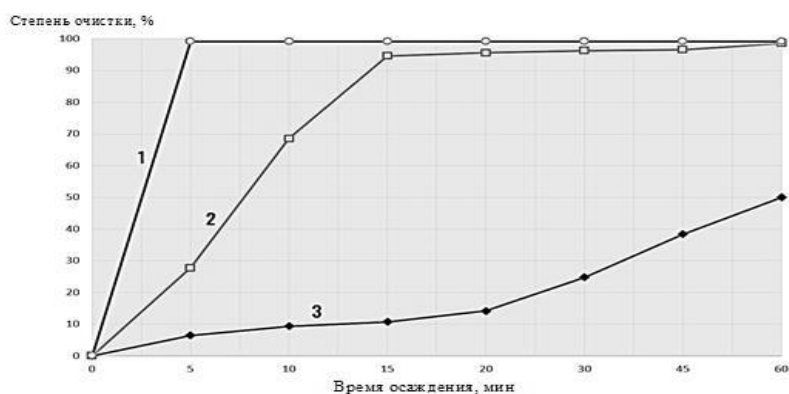
Рисунок 1 – Водоотведение на предприятиях керамической промышленности

Производственные сточные воды керамической промышленности загрязнены взвешенными веществами, а также соединениями железа, кальция, магния, которые обуславливают жёсткость воды.

Для исследований были отобраны пробы сточной воды одного из белорусских предприятий керамической промышленности. Определение содержания взвешенных веществ проводилось гравиметрическим методом, концентрации ионов Fe (II, III) – фотоколориметрическим методом с сульфосалициловой кислотой, определение жесткости – комплексонометрическим методом. Среднее содержание взвешенных веществ в пробах составило 11,74 г/дм³, жесткость – 5,36 ммоль/дм³, ионы железа обнаружены не были. Значения pH всех образцов находятся в пределах 6-8. В настоящее время на керамических предприятиях осуществляется очистка от взвешенных веществ, однако остаточное их содержание составляет около 40 мг/дм³, очистка от ионов жёсткости не производится вовсе. Для возврата воды в техпроцесс для приготовления шликера необходимо обеспечить более глубокую очистку сточных вод от взвешенных веществ, а также от ионов щелочноземельных металлов, введение которых в шликер уменьшает стабильность системы и может вызвать слипание глинистых частиц, их коагуляцию [1].

Для очистки сточных вод от взвешенных веществ наиболее простым и в то же время эффективным способом является коагуляция и флокуляция. В работе использовались наиболее распространенные коагулянты – хлорид железа FeCl₃, сульфат алюминия Al₂(SO₄)₃ и оксихлорид алюминия Al₂(OH)₅Cl, а также различные флокулянты – катионоактивный флокулянт (Zetag 8125), анионоактивный (Magnofloc 3230) и не-

ионогенный (Magnofloc LT20). Доза коагулянта варьировалась от 50 до 900, а флокулянта – от 1,5 до 20 мг на 1 дм³ сточной воды. В результате экспериментальных исследований было установлено, что наиболее эффективным коагулянтом является оксихлорид алюминия $Al_2(OH)_5Cl$, а флокулянтом Zetag 8125 (рис. 2).



1 – флокулянт Zetag 8125, 9 мг на 1 дм³ сточной воды; 2 – оксихлорид алюминия $Al_2(OH)_5Cl$, 600 мг на 1 дм³ сточной воды; 3 – без реагентов

Рисунок 2 – Кривые кинетики осаждения

Как видно из рис. 2, при применении оксихлорида алюминия в количестве 600 мг на 1 дм³ сточной воды достигается эффективность очистки около 98%, а при применении флокулянта Zetag 8125 в количестве 9 мг на 1 дм³ сточной воды – более 99%. Эффективность очистки в обоих случаях различается незначительно, однако при использовании флокулянта Zetag 8125 требуется значительно меньшее его количество, а очистка протекает гораздо быстрее – максимальная эффективность очистки достигается уже через 5 минут после добавления флокулянта.

Для очистки воды от ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , обуславливающих её жесткость, существуют термический, реагентный, сорбционный и ионообменный методы. При использовании реагентного метода в воду могут вноситься известь, кальцинированная сода, щелочь, фосфаты, оксалаты, ионы бария и т. д. Необходимую степень очистки для использования очищенной воды при приготовлении шликера обеспечивают ионообменный и фосфатный методы [2]. Однако, недостатком фосфатного метода является высокая стоимость реагента.

Для очистки ионообменным способом лучше использовать На-ионный катионит, так как это позволяет не затрачивать реагенты на нейтрализацию воды после очистки. Кроме того, ионы Na^+ и K^+ способствуют стабилизации шликера [1].

Чтобы определить необходимое соотношение ионита КУ-2-8 и

сточной воды, были проведены опыты с различным их соотношением и временем отстаивания. По результатам исследования лучшим соотношением является 40 г ионита на 100 мл сточной воды при отстаивании 60 минут (эффективность очистки составляет 90%). При этом жёсткость воды снижается до 0,5 ммоль/дм³, что свидетельствует о возможности её использования для приготовления шликера.

На основании проведенных экспериментальных исследований и анализа литературы для очистки сточных вод предлагается схема, представленная на рис. 3.

Обезвоженный осадок в основном состоит из глины, поэтому предлагается его повторное использование в производстве керамического кирпича. Регенерацию катионита КУ-2-8 (Na⁺) предлагается проводить раствором поваренной соли. В ходе регенерации образуется элюат, содержащий хлориды кальция и магния. Эту смесь можно добавлять в бетон, что приведёт к сокращению времени схватывания бетона, повышению его стойкости к замораживанию и оттаиванию, повышению прочности на сжатие и на изгиб.



Рисунок 3 – Схема очистки сточных вод

Предложенная система очистки позволит вернуть очищенную воду в технологический процесс для приготовления шликера, что обеспечит уменьшение потребления такого ценного ресурса как вода и снизит воздействие предприятий керамической промышленности на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Толкачева, А.С. Общие вопросы технологии тонкой керамики: учеб. пособие / А.С. Толкачева, И.А. Павлова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 184 с.
2. Савенкова, И. В. Жесткость воды и методы ее умягчения / И.В. Савенкова, Ф.Ф. Ниязи. – Курск: Курский государственный технический университет, 2013. – 18 с.