

УДК 628.477.6:691

**АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ ШЛАМОВ  
ХИМВОДОПОДГОТОВКИ ТЭЦ****Д. В. СТАЛЬМАХ***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Ю. А. БУЛАВКА)*

*В работе представлен сравнительный анализ технологий рационального использования шламов химводоподготовки и водоумягчения, образующихся на ТЭЦ, которые при длительном хранении на полигонах для неорганических отходов приводят к повышению минерализации подземных вод прилегающих территорий и ухудшению гидрохимического режима водоёмов, при этом отчуждаются большие площади для создания полигонов.*

Проблемы экологической безопасности и современных методов утилизации отходов производства в условиях устойчивого промышленного роста приобретают все большее значение. Особенно остро стоят эти вопросы на предприятиях топливно-энергетического комплекса.

При предварительной очистки воды на ТЭЦ накапливаются огромные количества отходов – шламы химводоподготовки и водоумягчения (состоящие в основном (в мас. %) из:  $\text{CaCO}_3 \sim 75\text{...}80$ ,  $\text{SiO}_2 \sim 3\text{...}4$ ,  $\text{MgCO}_3 \sim 3\text{...}4$ ,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \sim 2\text{...}5$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 \sim 2\text{...}3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \sim 2\text{...}3$ , других неорганических и органических примесей). По данные официальной статистики объемы накопленного шлама химводоподготовки с ТЭЦ по Белоруссии составляют более 125 тыс. тонн. Объем накопления шлама химводоочистки по г. Минску приведен в таблице 1.

Таблица 1. – Объем накопления шлама химводоочистки по г. Минску

Название предприятия	Объем отходов (тонн)
Минская ТЭЦ № 3 (г. Минск)	2169,10
Минская ТЭЦ № 4 (г. Минск)	582,08
Минская ТЭЦ № 5 (Минская область, Пуховичский район)	39,30
Итого:	2790,48

Шламы химводоподготовки с ТЭЦ относятся к неопасным отходам (код отхода 3146501) согласно Постановлению Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 08.11.2007 № 85 «Об утверждении классификатора отходов, образующихся в Республике Беларусь», однако эти отходы накапливаются и хранятся в специальных бассейнах-отстойниках, которые в настоящее время на многих ТЭЦ перегружены. При их длительном хранении на полигонах для неорганических отходов, присутствует угроза к повышению минерализации подземных вод прилегающих территорий и ухудшению гидрохимического режима водоёмов, кроме этого отчуждаются большие площади земельных угодий для создания полигонов. Шламы легко распространяются водой и ветром и отрицательно влияют на экологию близлежащего региона [1-3]. Вместе с тем, шламы химводоподготовки ТЭЦ являются ценным вторичным материальным ресурсом для получения товарных продуктов.

Радикальным методом утилизации шламов химводоподготовки ТЭЦ является их сушка и сжигание [3]. Такой способ ликвидации отходов является экологически не безопасным, поскольку требуется очистка выделяемых газов от загрязняющих твердых веществ. Этот способ требует также значительное количество энергии, а проблема утилизации отходов остается, поскольку остается минеральная часть осадка. Так как фазовый состав шламов химводоподготовки ТЭЦ представлен, в основном, карбонатами кальция и магния, их предлагается использовать в качестве минеральных удобрений для известкования кислых почв, однако это экономически оправдано только при сравнительно небольших расстояниях транспортирования [4].

Учитывая химический состав шламов химводоподготовки ТЭЦ некоторые исследователи предлагают использовать для производства извести или портландцемента. Однако в основу этих технологий лежит высокотемпературный процесс обжига (более 1000 °С), который сопровождается выделением большого количества парникового газа –  $\text{CO}_2$ . Другим товарным продуктом, который может быть произведен из шламов химводоподготовки ТЭЦ является гипс. Он производится более низкой температуре (140...170 °С), что является экономически более выгодно и в то же время значительно снижается выделение  $\text{CO}_2$ . Но для производства гипса необходимо направленное регулирование вещественного состава шлама, а именно увеличение содержания ионов  $\text{SO}_3$ . Однако это технологически сложно осуществимо. Предлагается учеными также использование шламов ТЭЦ для производства безобжигового гиперпрессо-

ванного кирпича, который обладает хорошими физико-механическими и эксплуатационными свойствами. К примеру, кирпич, изготовленный с добавкой шлама водоподготовки котельной «Южная» ОАО «Витязь» г. Витебска обладает высокими прочностными характеристиками, кислотостойкостью и морозостойкостью и при этом стоимость конечного продукта снижается до 15%. Однако сложность при производстве кирпича методом гиперпрессования составляет высокое давление прессования (20 – 60 МПа), что требует дорогостоящее оборудование [1, 3].

В целом анализ научной литературы показал, что современные технологические решения по утилизации шламов химводоподготовки ТЭЦ следующие [1-7]:

1. Имеются сведения об использовании в США установок по регенерации извести из известкового шлама [5].

2. На Нижнекамской ТЭЦ-1 сооружена установка по регенерации извести из шлама, и накоплен большой опыт использования полученной извести для производства силикатного кирпича автоклавным методом.

3. На Бельцкой ТЭЦ (Республика Молдова) с 1987 г. используется оборудование для обработки шламовых вод осветлителей, где предусмотрен отстой шламовых вод и обезвоживание шлама, который впоследствии применяется для приготовления цементных растворов.

4. Используются шламоуплотнительные станции на ТЭЦ-12 ОАО «Мосэнерго», Минской ТЭЦ-3, Гомельской ТЭЦ.

5. Ростовским инженерно-строительным институтом была предложена и исследована возможность использования таких шламов в качестве наполнителя в строительные растворы, минерального порошка для асфальтобетонов, наполнителя для приготовления шпатлевочных составов и др.

6. На Липецкой ТЭЦ-2 и Волжской ТЭЦ-1 шлам осветлителей применяется как составная часть при производстве ряда строительных изделий.

7. Исследования ОКБ «Мосгорстройматериалы», проведенные с известковыми шламами предпочтительности ряда ТЭЦ ОАО «Мосэнерго», также подтвердили возможность их использования при производстве строительных материалов и изделий в качестве:

а) сырья для производства негашеной извести третьего сорта;

б) добавки к минеральному порошку для асфальтобетонных смесей в количестве до 10%;

в) наполнителя и объемного красителя в количестве 10% в составах наливных полов, в составах стеновых материалов (кирпича) полусухого прессования, объемного красителя в составах плиток по технологии вибропрессования;

е) добавок в количестве 2..8% в составах керамзитного гравия;

ж) мелиоранта для обработки кислых почв в сельском хозяйстве и др.

8. Проведены исследования по утилизации шлама химводоподготовки в сварочном производстве [6]. В данных работах было показано преимущества шлама теплоэнергетики перед мрамором, традиционно применяемым в качестве шлакообразующего компонента сварочных материалов.

9. Предложены и другие варианты использования шлама химводоподготовки ТЭС [7] в производстве резины и резинотехнических изделий, в качестве сырья для получения сульфатсодержащих вяжущих, в качестве адсорбента нефтепродуктов сточных вод ТЭС и прочие.

Проведенный анализ показал, что рациональное использование шлама химводоподготовки с ТЭЦ возможно путем его сжигания, в т.ч. в смеси с мазутом; либо в качестве наполнителя в резинотехнические смеси; сырья для получения сульфатсодержащих вяжущих веществ; минерального удобрения; адсорбента нефтепродуктов сточных вод, в производстве строительных материалов (цемента, кирпича, пигмента и др.); сырья для производства извести. Однако вышеописанные технологии утилизации шламов химводоподготовки ТЭЦ применяются лишь локально и не нашли широко промышленного применения из-за дороговизны или использования опасных для экологии способов переработки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Комплексное использование неорганических отходов водонасосных станций и теплоэлектроцентралей : монография / А. С. Ковчур [и др.]. – Витебск : УО «ВГТУ», 2018. – 165
2. Совместная утилизация кислых гудронов со шламом химводоподготовки с ТЭЦ в производстве битумных материалов/ Ю.А. Булавка// Сотрудничество – катализатор инновационного роста сборник материалов 5-го Белорусско-Балтийского форума, Минск, 9–10 октября 2019 г. Минск: БНТУ, - 2019- С.58-59
3. Руссу, И.В. Утилизация отходов водоподготовки ТЭЦ для производства защитных лакокрасочных покрытий/ И.В. Руссу, А.П. Горбатьюк, И.П. Колесник// «Вестник НТУ «ХПИ»». – 2009. – № 45. – С. 28 – 33.

4. Касимов, А. М. Экологические и экономические инструменты сокращения ущерба окружающей среде со стороны накопителей промышленных отходов./ А. М. Касимов, И. В. Гуренко, И. Н. Мацевитая.//Экология и промышленность. – 2013. - № 1. - С. 79 – 83.
5. Water Treatment Plant Design. American Society of Civil Engineers, American Water Works Association. Second Edition, McGraw-Hill Publishing Company, 1990. p 29-35.
6. Лазебнов П.П., Пулина Н.Н. Шлам водоподготовительных установок теплоэнергетики как сырье для электродных покрытий.//Автоматическая сварка. - 2002. - №9. - С. 18-23.
7. Ресурсосберегающая технология утилизации шлама водоподготовки на ТЭС/Л.А. Николаева, Е.Н. Бородай – Казань.: КГЭУ, 2012. – 110 с.