

## Утилизация осадка сточных вод на производстве химических волокон

*Д.В. Яхонова, Н.В. Ляшенко, А.В. Вальцев*

*Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени  
М.И. Платова, Новочеркасск*

**Аннотация:** В статье рассмотрена проблема утилизации образующегося после очистки сточной воды на производстве химических волокон осадка, который после отстаивания хранится в накопителях и является источником негативного воздействия на окружающую среду. Проведенный сравнительный анализ существующих методов утилизации осадков сточных вод химического производства показал, что наиболее экологичным из них является пиролиз. Нами было проведено исследование химического и фракционного состава золы шлама после пиролиза, в ходе которого было выявлено, что полученный зольный отход схож с золой угольных электростанций. Это позволяет использовать его в качестве микронаполнителя при укладке дорожных покрытий. За счет реализации зольного отхода можно снизить окупаемость установки пиролизной установки и уменьшить экологическую нагрузку на окружающую среду.

**Ключевые слова:** пиролиз, шлам, осадок, зола, утилизация.

При производстве химических волокон образуются сточные воды, которые отправляются на механическую очистку. В процессе очистки сточных вод образуются осадок, который по трубопроводам отправляется на отстаивание в шламоуплотнитель. После него часть осветленной воды возвращается в начало сооружений на очистку, а осадок с влажностью 98% накапливается в шламонакопителях. Дальнейшей обработки или утилизации осадка на производстве не предусмотрено [1].

Эксплуатация шламонакопителей негативно влияют на окружающую среду. В процессе отстаивание осадка происходит загрязнение почвенного покрова, что обуславливает деструкцию земель, а также эти вещества попадают в грунтовые воды, что приводит к их загрязнению [1]. Накопители шлама являются неорганизованными источниками, поэтому сложно спроектировать систему очистки от выбросов, что влечет за собой распространение неприятных запахов. Также за хранение отхода на производстве взимается плата за негативное воздействие на окружающую среду.

---

Нами был проведен анализ распространенности методов утилизации шлама на производстве [2-4], результат которого представлен на рис. 1.



Рис. 1. Методы утилизации шлама химического производства

Рассмотренные методы утилизации осадка являются малозатратными, за исключением пиролиза, но наносят большой вред окружающей природной среде. Несмотря на минимальную долю среди применяемых методов, утилизация осадка с помощью пиролизной установки [5,6] является самым экологичным.

Процесс обезвоживания является обязательным этапом при обработке осадка сточных вод. Высокая влажность осадка увеличивает его массу, что ускоряет разложение и приводит к загрязнению окружающей среды. Обезвоживание повышает эффективность дальнейшей обработки.

На основании анализа литературных источников [7,8] были выбраны два наиболее приемлемых аппаратных способа обезвоживания:

- центрифуга, если на производстве есть шламо- или илонакопители;
- фильтр-прессы или шнековые обезвоживатели, если на производстве нет накопителей для отстаивания осадка.

На существующем производстве есть два шламонакопителя, поэтому для обезвоживания осадка используем центрифугу.

Обезвоженный осадок предлагается подвергнуть процессу пиролиза в два этапа: сушка (при температуре 120-160°C) и быстрый пиролиз (при температуре 600-950°C).

После пиролиза образуются зола, синтетическая нефть и пиролизный газ. Зола в данном случае является отходом, который необходимо утилизировать. Хранение золы на открытых площадках приводит к сокращению земель, которые могут быть использованы для нужд предприятия. Также открытое хранение влечет за собой пылеобразование, приводящее к загрязнению почвенного покрова и грунтовых вод.

После пиролиза зола обладает нулевым индексом токсичности и не имеет радиационного фона.

Самым экологическим и экономически обоснованным распространённым методом утилизации золы является добавление ее в качестве микронаполнителя в бетонные смеси. Для изучения этой возможности нами были исследованы химический и фракционный состав золы после пиролиза. Целью исследования являлось сопоставление золы после пиролиза с золой угольных ГРЭС, широко применимой, как микронаполнитель для асфальтобетонных дорожных покрытий.

В таблице 1 представлен сравнительный анализ химического состава золы после пиролиза и золы угольной Новочеркасской ГРЭС [9].

Таблица 1

Сравнение химического состава золы после пиролиза и золы угольной Новочеркасской ГРЭС

Содержание оксидов по массе, %												
п/п	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ППП
Зола осадка	20,94	11,51	2,88	1,51	0,61	0,85	4,09	1,50	0,13	0,07	7,05	48,62
Зола ГРЭС	20,30	9,41	1,08	4,36	7,82	1,11	-	-	<0,04		5,37	47,23

Фракционный состав золы пиролиза осадка производства химических волокон и Новочеркасской ГРЭС [9] представлен в таблице 2.

Таблица 2

Фракционный состав золы

п/п	d, мкм	0-5	5-10	10-50	50-100	100-250	250-500	>500
Зола осадка сточной воды	Валовое соотношение по массе, %	7	17	33	23	12	5	3
Зола угольной ГРЭС		6	9	42	26	10	4	3

На основании вышепредставленных таблиц, можно сделать вывод, что зола после пиролиза осадка сточных вод химических волокон схожа с составом золы угольных ГРЭС, поэтому ее можно использовать как минеральную добавку, в качестве микронакопителя.

Зола при внесении ее в состав бетонно-асфальтных смесей будет заполнять микроскопические пустоты [10,11], что повысит схватываемость и прочность [12], и это позволит снизить водопроницаемость и трещинообразование [13], тем самым продлевая срок эксплуатации дорожного покрытия.

Проведенные нами исследования показывают, что утилизация шлама производства химических волокон с помощью пиролиза имеет следующие преимущества:

- снижение негативного влияния шламонакопителя на окружающую природную среду;
- использование золы в качестве микронаполнителя улучшает качество дорожного покрытия;
- применение золы в качестве микронаполнителя сокращает площадь золоотвала.

## Литература

1. Зайнуллин Р.Р., Галяутдинов А.А. Современное состояние и перспективы утилизации осадков сточных вод // Инновационная наука. 2016. №6. С. 74-76.
2. Свитайло Л.В., Иванова О.А. Безотходная переработка илового осадка // Голоса молодых - развитию АПК Приморского края. Уссурийск: Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. С. 86-90.
3. Мифтахова Э.З., Свалова М.В., Гринько Е.А., Магомедов Д.С. Методики утилизации осадков сточных вод // Проблемы современных интеграционных процессов и поиск инновационных решений. Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "ОМЕГА САЙНС", 2020. С. 60-64.
4. Рыбакова А. А., Жакевич М. О. Оценка методов обработки осадка сточных вод с целью их последующей утилизации // XI Всероссийский Фестиваль науки. Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2021. С. 1279-1283.
5. Гоголева Н. А., Гусева М. В., Юрчук Ю. С. Анализ методов утилизации отходов очистных сооружений // Безопасность городской среды. Омск: Омский государственный технический университет, 2020. С. 31-35.
6. Moško Jaroslav, Pohořelý Michael, Cajthaml Tomáš, Jeremiáš Michal, Robles-Aguilar Ana A., Skoblia Siarhei, Beňo Zdeněk, Innemanová Petra, Linhartová Lucie, Michalíková Klára, Meers Erik. Effect of pyrolysis temperature on removal of organic pollutants present in anaerobically stabilized sewage sludge // Chemosphere. 2021. № 265.P. 129082.
7. Шашкин Р.Ю. Современные методы обезвоживания осадка сточных вод // Форум молодых ученых, 2018. №5-3 (21). С. 919-922.

8. Данилович Д.А., Козлов М.Н., Богарова И.Н., Дворецкая И.С. Сравнительная оценка методов обеззараживания сточных вод // Вода и экология. Проблемы и решения, 2002. №1. С. 41-48.

9. Яхонова Д.В., Вяльцев А.В., Ляшенко А.Г. Вторичное использование золошлаковых отходов в дорожном строительстве // Инженерный вестник Дона, 2022, № 11. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2022/8025](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2022/8025).

10. Tan, Y., He, Y., Cui, X., Liu, L. Design and performance optimization of alkali-activated waste coal bottom ash/slag porous concrete // 2022 Construction and Building Materials 359,129413. URL: [sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061822030690](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061822030690).

11. Байбурин А.Х., Кочарина Е.Н., Кочарин Н.В., Киянец А.В., Лебедь А.Р. Влияние химических добавок на свойства бетона // Инженерный вестник Дона, 2022, № 6. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2022/7754](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2022/7754).

12. Несветаев Г.В., Догова А.В., Постой Л.В. К вопросу оценки морозостойкости бетонов по критерию прочности // Инженерный вестник Дона, 2019, № 7. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2019/6106](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2019/6106).

13. Лесовик В.С., Урханова Л.А., Федюк Р.С. Вопросы повышения непроницаемости фибробетонов на композиционном вяжущем // Вестник ВСГУТУ. 2016. №1 (58). С. 5-10.

### References.

1. Zainullin R.R., Galiautdinov A.A. Innovatsionnaia nauka. 2016. № 6. pp. 74-76.

2. Svitailo L.V., Ivanova O.A. Golosa molodykh - razvitiu APK Primorskogo kraia. Ussuriisk: Primorskaia gosudarstvennaia sel'skokhoziaistvennaia akademiia, 2021. pp. 86-90.

3. Miftakhova E.Z., Svalova M.V., Grin'ko E.A., Magomedov D.S. Problemy sovremennykh integratsionnykh protsessov i poisk innovatsionnykh



reshenii. Ufa: Obshchestvo s ogranichennoi otvetstvennost'iu "OMEGA SAINS", 2020. pp. 60-64.

4. Rybakova A. A., ZHakevich M. O. XI Vserossiiskii Festival' nauki. Nizhnii Novgorod: Nizhegorodskii gosudarstvennyi arkhitekturno-stroitel'nyi universitet, 2021. pp. 1279-1283.

5. Gogoleva N. A., Guseva M. V., IUrchuk IU. S. Bezopasnost' gorodskoi sredy. Omsk: Omskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet , 2020. pp. 31-35.

6. Moško Jaroslav, Pohořelý Michael, Cajthaml Tomáš, Jeremiáš Michal, Robles-Aguilar Ana A., Skoblia Siarhei, Beňo Zdeněk, Innemanová Petra, Linhartová Lucie, Michalíková Klára, Meers Erik. Chemosphere. 2021. № 265.P. 129082.

7. SHashkin R.IU. Forum molodykh uchenykh, 2018. No5-3 (21). pp. 919-922.

8. Danilovich D.A., Kozlov M.N., Bogarova I.N., Dvoretkaia I.S. Voda i ekologiia. Problemy i resheniia, 2002. No1. pp. 41-48.

9. Yakhonova D.V., Vyaltsev A.V., Lyashenko A.G. Inzhenernyi vestnik Dona, 2022, № 11. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2022/8025](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2022/8025).

10. Tan, Y., He, Y., Cui, X., Liu, L. 2022 Construction and Building Materials 359,129413. URL: [sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061822030690](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061822030690).

11. Baiburin A.KH., Kocharina E.N., Kocharin N.V., Kiiianets A.V., Lebed' A.R. Inzhenernyi vestnik Dona, 2022, № 6. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2022/7754](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2022/7754).

12. Nesvetaev G.V., Dogova A.V., Postoi L.V. Inzhenernyi vestnik Dona, 2019, № 7. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2019/6106](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2019/6106).

13. Lesovik V.S., Urkhanova L.A., Fediuk R.S. Vestnik VSGUTU. 2016. No1 (58). S. 5-10.