

ОСАДОК ВОДОПОДГОТОВКИ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛЕЙ КАК КОМПОНЕНТ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Азерская П.А., Пискурович Е.В., учащиеся УО «Национальный детский технопарк»

Научные руководители – Скуратович И.В., Зеленухо Е.В.

Белорусский национальный технический университет, Беларусь

В статье рассмотрена возможность использования осадка водоподготовки теплоэлектростанций (ТЭС) в качестве компонента бетонных смесей. Экспериментально изучены образцы бетона с содержанием осадка 5, 10 и 15% в сравнении с контрольным образцом. Проведены микроскопический анализ, исследования на водопоглощение и прочностные испытания на гидравлическом прессе. Установлено, что оптимальное содержание осадка как компонента бетонной смеси составляет 5%.

Ключевые слова: отходы производства, осадок водоподготовки, теплоэлектростанция, бетонная смесь, водопоглощение, прочность бетона, строительные материалы, ресурсосбережение.

Современная строительная индустрия активно развивается в направлении повышения экологичности и ресурсосбережения. Одним из перспективных направлений является применение отходов производства в качестве компонентов строительных материалов. В частности, осадок водоподготовки теплоэлектростанций (ТЭС) представляет собой потенциально ценный ингредиент бетонных смесей, способный улучшить их свойства и снизить воздействие на окружающую среду.

Для проведения эксперимента были подготовлены бетонные образцы с различным содержанием осадка водоподготовки. Перед этим были проведены исследования, которые показали нам безопасность использования осадка водоподготовки в качестве компонента строительных материалов. В качестве контрольной пробы использовалась стандартная строительная смесь, состоящая из цемента, песка и извести.

Сначала цемент, песок и известь тщательно перемешиваются в сухом виде, чтобы добиться равномерного распределения компонентов. Постепенно вводится вода, чтобы обеспечить нужную консистенцию раствора. Важно добавлять воду небольшими порциями, тщательно перемешивая смесь, чтобы избежать образования комков. Все компоненты тщательно перемешиваются до получения однородной массы. Готовую бетонную смесь помещали в формы. Экспериментальные образцы бетона представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 - Экспериментальные образцы бетона

Экспериментальные образцы бетона были исследованы под микроскопом (рис. 2). Образец 1 - контрольный, образец 2 – содержит 5% осадка водоподготовки, образец 3 - 10%, образец 4 - 15%.

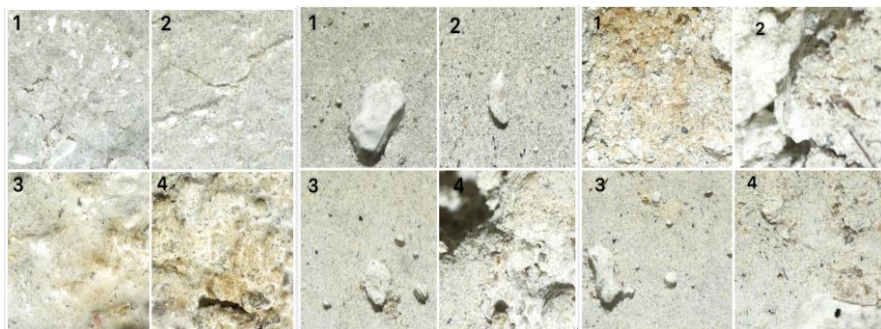


Рисунок 2 - Образцы бетонной смеси под микроскопом

В контрольной пробе мы видим относительно гладкую поверхность, с небольшими порами и несовершенствами. Вторая проба, с 5% содержанием осадка водоподготовки, характеризуется более шероховатой текстурой, видны трещины и неровности, которых нет в контрольной пробе. Проба с 10% добавлением осадка водоподготовки максимально приближена к контрольной пробе, имеет примерно столько же пор, как и контроль. Четвёртая проба самая шероховатая, с наибольшим количеством видимых трещин и неровностей среди всех проб.

После проведения визуальной оценки образцов мы приступили к анализу их водопоглощения. Для этого каждый образец был предварительно

взвешен, а затем погружён в колбу с водой. Вымачивание образцов проводилось в течение трёх суток, с промежуточными измерениями массы через 24, 48 и 72 часа. После завершения цикла вымачивания образцы были извлечены из воды, их поверхность осушена для удаления избыточной влаги, а затем выполнено финальное взвешивание. Полученные значения масс, зафиксированные на каждом временном интервале, позволили проследить характер насыщения материалов водой в зависимости от состава. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты определения водопоглощения бетонных образцов

Номер образца	Водопоглощение образцов, %		
	через 24 часа	через 48 часов	через 72 часа
1	13,70	13,54	13,54
2	14,66	14,64	14,64
3	16,69	16,66	16,66
4	18,44	18,35	18,35

В исследовании водопоглощения лучше всего себя проявил образец номер 2, т.е. с 5% добавлением осадка водоподготовки.

Для определения прочности экспериментальных образцов бетона использовался гидравлический пресс ПГМ-500М. Каждый образец подвергался нагрузке до появления трещин. Данные приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты определения прочности экспериментальных образцов бетона

Номер образца	Давление, кН	Глубина трещин, мм
1	-*	-
2	2,40	1,54
3	2,34	1,95
4	1,10	2,48

* - образец разрушился сразу, прибор не показал значение давления

На основании данных таблицы 2, образец №2, содержащий 5% осадка водоподготовки, продемонстрировал наибольшую прочность. В то же время контрольный образец оказался самым слабым и разрушился мгновенно.

Использование осадков водоподготовки ТЭЦ в строительных материалах сочетает экологическую безопасность с экономической выгодой. Этот подход снижает накопление отходов, заменяет природные ресурсы и предотвращает загрязнение окружающей среды. Он также уменьшает

производственные затраты, снижает энергопотребление и способствует сокращению углеродного следа, делая промышленность более устойчивой.

Исследования подтверждают, что осадок водоподготовки может частично заменять цемент в бетонных смесях. Оптимальный состав – 5% осадка, обеспечивающий прочность и приемлемый уровень водопоглощения. Увеличение концентрации (10–15%) приводит к снижению прочности из-за повышенной пористости, требуя точного дозирования.

Литература:

1. Пискурович Е.В. Анализ наилучших доступных технических методов водоподготовки на теплоэлектроцентралях / Е. В. Пискурович, П. А. Азерская; науч. рук. Е. В. Зеленуха, И. В. Скуратович // Инженерная экология: сборник материалов студенческой научно-технической конференции 23–24 апреля 2025 г. / Белорусский национальный технический университет, Факультет горного дела и инженерной экологии; редкол.: А. А. Кологривко (пред. редкол.) [и др.]; сост.: А. А. Хрипович, Н. Ю. Макаревич. – Минск: БНТУ, 2025. – С. 233–236.

2. Скуратович И.В., Зеленуха Е.В., Азерская П.А., Пискурович Е.В. Исследование физико-химических свойств осадка водоподготовки теплоэлектроцентралей. Сборник материалов научно-практической конференции «Проблемы химической науки, её применение в промышленности и зеленые технологии», г. Наманган, апрель 2025. – С. 1449–1451.

3. Азерская П.А., Пискурович Е.В. Использование осадка водоподготовки теплоэлектроцентралей в качестве сырьевого компонента бетона. XXVII Туполевские чтения (школа молодых ученых): материалы международной молодёжной научной конференции, 13-14 ноября 2025 г., Казань, Россия, посвященной 80-летию Победы в Великой Отечественной войне. Сборник докладов. – Казань: ИП Сагиев А.Р., 2025. – С. 1532-1535.

4. Zelianukha A.V., Skuratovich I.V., Slesaryonok E.V., Lapyonok S.A., Piskurovich A.V., Azerskaya P.A. PROMISING DIRECTIONS OF USING SLUDGE FROM WATER TREATMENT OF THERMAL POWER PLANTS. Международный научный журнал «Научные горизонты», г. Белгород. №9 (96) 2025. – С. 42-51.