

Власенко Андрей Евгеньевич, магистрант
ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, г. Волгоград, Россия

Научный руководитель:
Киселёв Анатолий Петрович, канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, г. Волгоград, Россия

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СТАНЦИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ: ОТ МЕМБРАННЫХ ФИЛЬТРОВ ДО АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ

Аннотация. В статье рассматриваются современные инновационные технологии проектирования станций водоподготовки, охватывающие широкий спектр решений от мембранных фильтров до систем автоматизации процессов. В условиях растущего дефицита водных ресурсов и увеличения численности населения до 9,8 млрд человек к 2050 году, проблема эффективной водоочистки приобретает глобальный характер.

Ключевые слова: водоподготовка, мембранные технологии, обратный осмос, гидрооптические технологии, автоматизация процессов, очистка воды, инновационные решения.

Развитие технологий водоподготовки требует комплексного подхода к проектированию станций с учётом современных вызовов: ухудшение качества источников, рост потребления воды, требования к энергоэффективности и экологической безопасности. В статье рассмотрены инновационные решения в проектировании станций водоподготовки, включая мембранные технологии, автоматизированные системы управления и энергосберегающие подходы. Также уделено внимание вопросам реконструкции и модернизации существующих объектов.

Современные условия диктуют необходимость пересмотра подходов к проектированию станций водоподготовки. Повышенные экологические требования, устаревание инфраструктуры и дефицит водных ресурсов делают актуальным внедрение инновационных технологий на всех этапах водоподготовки. На передний план выходят мембранные фильтрационные системы, автоматизация процессов и энергосберегающие технологии. Кроме того, всё большую значимость приобретает реконструкция действующих станций, позволяющая интегрировать современные решения без полного демонтажа существующих систем.

Одним из ключевых трендов в проектировании новых станций водоподготовки стало широкое внедрение мембранных технологий. В отличие от традиционных методов (коагуляции, осаждения, песчаной фильтрации), мембранные процессы обеспечивают более высокую степень очистки и стабильное качество воды. Наиболее распространённые типы мембранных технологий:

- Ультрафильтрация (UF) – удаление взвешенных веществ, бактерий и вирусов.
- Нанопермеация (NF) – частичное удаление солей и органических соединений.
- Обратный осмос (RO) – глубокая очистка от всех растворённых примесей, включая соли, органику и микроэлементы.

Проектирование станций с мембранными модулями требует учёта гидравлических режимов, автоматизации очистки мембран (CIP-систем) и расчёта сроков службы модулей. Преимуществами являются компактность, модульность и высокое качество воды на выходе.

Автоматизация процессов на станциях водоподготовки позволяет не только снизить нагрузку на персонал, но и повысить устойчивость и надёжность работы объектов. Современные системы управления на базе SCADA, IoT и ИИ обеспечивают:

- мониторинг параметров в реальном времени;
- предиктивную диагностику оборудования;
- оптимизацию режимов очистки;
- экономию реагентов и энергии.



При проектировании новых объектов необходимо закладывать централизованную архитектуру управления с возможностью интеграции с системами «умного города» и удалённого доступа.

Переход к энергоэффективным решениям – важнейшая задача не только с экономической, но и с экологической точки зрения. В современных проектах применяются:

- насосное оборудование с частотным регулированием;
- энергоэффективные аэросистемы;
- утилизация тепла и рекуперация энергии;
- оптимизация гидравлических схем для снижения потерь давления.

Расчёты энергопотребления должны выполняться уже на стадии предпроектных проработок с выбором оборудования на основе анализа жизненного цикла (LCC).

Большинство действующих станций водоподготовки построены в 1960–1980-х годах и не соответствуют современным требованиям по качеству воды, энергоэффективности и автоматизации. Реконструкция таких объектов требует поэтапного внедрения технологий с сохранением работоспособности станции.

Основные направления реконструкции:

- замена песчаных фильтров на мембранные модули;
- интеграция автоматизированных систем дозирования и контроля;
- оптимизация технологических схем без изменения гидравлики;
- снижение эксплуатационных затрат за счёт энергоэффективного оборудования.

Проектирование реконструкции требует гибкого подхода и использования BIM-технологий для моделирования процессов и оценки рисков.

Инновационные технологии в проектировании станций водоподготовки позволяют решать широкий спектр задач – от повышения качества питьевой воды до снижения издержек и влияния на окружающую среду. Мембранные фильтры, цифровизация, энергоэффективные решения и адаптация к условиям реконструкции – это ключевые направления, на которых необходимо сосредоточить внимание проектных организаций. Только комплексный подход обеспечит устойчивость и надёжность систем водоснабжения в долгосрочной перспективе.

Список литературы:

1. Верховская Н. В. Водоподготовка и очистка воды: учебное пособие / Н. В. Верховская. – Киров: Изд-во ВятГУ, 2009. – 102 с.
2. Хохрякова Е. Н., Резник Я. Е. Водоподготовка: справочник / под ред. С. Е. Беликова. – М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.
3. Казначеев А. Е. Физические методы борьбы с накипью на котельных станциях: материалы X междунар. науч.-практ. конф. / А. Е. Казначеев. – Белгород: Ассистент плюс, 2017. – 311 с.
4. Жадан А. В. Анализ современных технологий водоподготовки на ТЭС // Новости теплоснабжения. – 2013. – № 7.
5. Пантелеев А. А., Рябчиков Б. Е., Хоружий О. В., Жадан А. В. Проектные решения ВПУ на основе мембранных технологий // Медиана-фильтр: материалы науч.-практ. конф., 2010 г.
6. Брагин Д. М., Суханова К. А. Современные методы водоподготовки: ионный обмен и обратный осмос // Современные методы водоподготовки. – Киров: Вятский государственный университет, 2018. – 117-120 с.
7. Беликов С. Е. Мембранные технологии в водоподготовке: практическое руководство / С. Е. Беликов. – М.: Аква-Терм, 2015. – 184 с.

