

ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА, ИСПОЛЬЗУЮЩАЯ СТОЧНЫЕ ВОДЫ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГОРОДА БАРНАУЛА

Т. Ю. Иванова, П. С. Трутнев, М. А. Осипова

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

В статье описывается разработанная авторами утилизационная гидроэнергетическая установка, использующая сточные воды канализационных очистных сооружений города Барнаула, с блоком УФ-обеззараживания стоков перед сбросом их в реку Обь.

Ключевые слова: гидроэнергетическая установка, блок УФ-обеззараживания, сточные воды, канализационные очистные сооружения.

Каждый город и промышленное предприятие имеет комплекс подъемных самотечных трубопроводов, очистных и других сооружений, с помощью которых осуществляется отвод использованных и отработанных вод, очистка и их обеззараживание, а также обработка и обезвреживание образующихся при этом осадков с одновременной утилизацией ценных веществ. Такие комплексы называются системами водоотведения.

Системы водоотведения устраняют все негативные последствия от воздействия сточных вод на окружающую природную среду. После очистки сточные воды сбрасываются в водоемы.

Современные города с большой площадью застройки, плотностью и численностью населения, а также с застройкой многоэтажными и высотными зданиями могут существовать только при наличии современных систем водоснабжения и водоотведения.

Для водоотведения возрастающих расходов сточных вод с повышенной степенью загрязнения требуются дополнительные материальные и финансовые затраты. Сегодня уже встал вопрос и о сокращении затрат на строительство и эксплуатацию систем водоотведения. Путь решения этой проблемы заключается в сокращении объемов, как потребляемой воды, так и отводимых сточных вод. Однако наиболее приемлемый путь сокращения этих затрат – совершенствование систем и схем водоотведения, а также методов и конструкций сооружений для очистки сточных вод, обеспечивающих интенсификацию работы систем водоотведения.

На основании вышеизложенного видно, что водоотведение является важной частью жизни любого города, и поэтому требует к се-

бе повышенного внимания и приоритетного отношения.

Канализационные очистные сооружения №1 (КОС-1) города Барнаула были построены в 1971 году по классически принятой в те годы схеме очистки городских стоков. Очистные сооружения расположены на Гляденской площадке. Площадка представляет собой вытянутую в восточном направлении территорию с абсолютными отметками, колеблющимися в пределах 185,00-188,50 м. С севера и востока она ограничена крутыми склонами, переходящими в спокойную пойменную часть реки Обь. С юга площадка ограничивается выемкой железной дороги.

Решение о строительстве на предварительно очищенных сточных водах канализационных очистных сооружений № 1 (КОС-1) города Барнаула утилизационной гидроэнергетической установки (мини-ГЭС) с блоком УФ-обеззараживания стоков перед сбросом их в реку Обь одобрено администрацией Алтайского края и было включено в целевую Программу оздоровления систем водоснабжения и канализации города Барнаула на 2003-2008 годы. Однако по ряду причин оно не было осуществлено.

В последние годы ситуация стала заметно меняться. Проблемы экологии и дефицита энергоносителей, характерные для нашего времени, дают новый толчок развитию малой гидроэнергетики во всем мире, поскольку малая гидроэнергетика является наиболее экономичным и экологически безопасным способом получения электроэнергии [1].

Реализация региональных программ и проектов малой гидроэнергетики в России открывает новые возможности как для развития российских технологий и индустрии, так и для

проникновения европейского опыта и оборудования на российский рынок. Алтайский край является одним из наиболее перспективных регионов России в развитии малой гидроэнергетики.

В 2014 году запущена утилизационная гидроэнергетическая установки мощностью 1000 кВт, использующая сточные воды очистных сооружений города Томска, посёлок Орловка, ЗАТО Северск. Разработки микро- и мини-ГЭС, в том числе использующих сточные воды, в настоящее время являются актуальными.

Администрацией Алтайского края одобрено решение о строительстве на предварительно очищенных сточных водах канализационных очистных сооружений № 1 (КОС-1) города Барнаула утилизационной гидроэнергетической установки (мини-ГЭС) с блоком УФ-обеззараживания стоков перед сбросом их в реку Обь и было включено в целевую Программу оздоровления систем водоснабжения и канализации города Барнаула на 2003-2008 годы. Однако по ряду причин оно не было осуществлено.

В последние годы ситуация стала заметно меняться. Проблемы экологии и дефицита энергоносителей, характерные для нашего времени, дают новый толчок развитию малой гидроэнергетики во всем мире, поскольку малая гидроэнергетика является наиболее экономичным и экологически безопасным способом получения электроэнергии [1].

На совещании Администрации Алтайского края по промышленности и энергетике от 19.02.2016 г. одобрено строительство утилизационной гидроэнергетической установки (мини-ГЭС), использующей сточные воды канализационных очистных сооружений (КОС-1) города Барнаула.

Вместе с оптимизацией работы систем водоотведения города Барнаула, ожидается значительный экономический эффект за счет экономии электроэнергии [2].

В статье рассматривается вопрос разработки утилизационной гидроэнергетической установки (мини-ГЭС), использующей сточные воды канализационных очистных сооружений №1 (КОС-1) города Барнаула, с УФ-обеззараживанием. Для этого решаются следующие задачи:

- выбирается основное механическое и энергетическое оборудование (гидротурбины, асинхронный генератор) и другое оборудование, входящее в состав мини-ГЭС, а также

оборудование с УФ-обеззараживанием. Разрабатывается система управления.

- разрабатываются основные проектные решения по строительству гидроэнергетической установки (мини-ГЭС), использующей сточные воды канализационных очистных сооружений (КОС-1) города Барнаула, с УФ-обеззараживанием.

Строительство мини-ГЭС, использующей сточные воды канализационных очистных сооружений (КОС-1), позволит:

- создать местный надёжный источник дешевой электроэнергии, обеспечивающий значительное снижение производственных затрат КОС-1 ООО «Барнаульский водоканал»;

- обеспечить обеззараживание сточных вод за счет ультрафиолетового излучения без применения химических реагентов, что устраняет потребность в их хранении и транспортировке. Это, в свою очередь, предотвращает образование в воде хлорорганических соединений, обладающих по отношению к биоценозу реки Обь высокой токсичностью, способствующих развитию мутаций и являющихся канцерогенными. Жидкий и газообразный хлор является сильнодействующим ядовитым веществом, и при работе с ним требуются специальные меры по обеспечению безопасности не только обслуживающего персонала, но также и населения города Барнаула.

Следует отметить некоторые особенности использования гидроэнергетических установок в системах водоснабжения и водоотведения.

Одним из видов гидроэнергетических установок являются гидроэлектростанции (ГЭС). В соответствии с принятой в России классификацией гидроэлектростанций (ГЭС) по вырабатываемой ими мощности существует пять классов: микро-ГЭС мощностью до 100 кВт; от 100 до 1000 кВт – мини-ГЭС; от 1 до 10 МВт – малые ГЭС и свыше 10 МВт – крупные ГЭС [3].

Действующие в настоящее время ГЭС различаются схемами, составом и компоновкой гидротехнических сооружений, типами генераторов и САУ параметрами электроэнергии [4].

ГЭС представляют собой комплекс сооружений и оборудования, обеспечивающий электроснабжение различных по своей структуре потребителей в соответствии с их требованиями. Состав сооружений, их конструкция и компоновка, количество и тип основного и вспомогательного оборудования опреде-

ляются исходя из принципов комплексного использования водных ресурсов и обеспечения экологической безопасности функционирования объектов [4].

Потенциальными потребителями гидроэнергетических установок (микро- и мини-ГЭС) в системах водоснабжения и водоотведения в Алтайском крае являются ООО «Барнаульский водоканал», Колыванский камнерезный завод им. И.И. Ползунова (с. Колывань), небольшие предприятия промышленного, сельскохозяйственного и животноводческого назначения, туристические базы.

Микро- и мини-ГЭС содержит такие обязательные элементы, как преобразователь энергии воды в механическую энергию вращательного движения вала электрогенератора, электромашинный генератор, систему стабилизации выходного напряжения и ряд элементов, наличие и конструкция которых зависит от типа и особенностей станции: определенные гидротехнические сооружения, запорная арматура, балластные нагрузки и др.

Основным направлением в создании современных автоматизированных микро- и мини-ГЭС является применение нерегулируемых гидродвигателей и повышение требований к устройствам генерирования электроэнергии и стабилизации ее параметров. В настоящей работе в качестве электрогенератора микро-ГЭС используется трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором и конденсаторным самовозбуждением, гидродвигателем является верхненаливное водяное колесо.

К основным показателям качества источников электропитания относятся параметры выходного напряжения, характеризующиеся не минимальными величинами и частотой. Поэтому, важнейшим элементом энергоустановки является система стабилизации, обеспечивающая статически устойчивый режим работы гидроагрегата и стабилизацию его выходного напряжения. Все электромеханические системы преобразования энергии потоков воды в электроэнергию необходимого качества можно условно разделить на пять основных классов [3]:

- системы со стабилизацией частоты вращения гидродвигателя путем воздействия на элементы гидротехнического оборудования;
- системы, в которых между гидродвигателем и генератором устанавливаются приводы постоянной скорости, позволяющие

стабилизировать частоту вращения электрической машины;

- системы, осуществляющие стабилизацию частоты выходного напряжения с помощью специальных конструкций электрических машин - генераторов стабильной частоты при переменной частоте вращения;

- системы с использованием статических преобразователей частоты, преобразующих напряжение генератора с переменной частотой вращения;

- системы, построенные на принципе регулирования тормозного момента генератора с помощью введения дополнительной регулируемой нагрузки.

Кроме указанных способов стабилизации напряжения микро- и мини-ГЭС, могут применяться их комбинации в различных сочетаниях. Первый и второй классы энергоустановок предполагают использование различных электро- и гидромеханических регуляторов, другие строятся на основе вентильных электрических машин. Системы, регулирующие мощность гидротурбины или использующие приводы постоянной скорости, управляют приводным двигателем генератора, осуществляя регулирование механической энергии электромеханического преобразователя. Станции на основе машинно-вентильных систем регулируют электрические параметры установки. Свойства микро- и мини-ГЭС, построенных с использованием различных принципов стабилизации выходных параметров, существенно различаются.

Разрабатываемая утилизационная гидроэнергетическая установка должна быть простой и надежной в эксплуатации, иметь небольшую стоимость. Кроме того, предполагаемые потребители не критичны к форме напряжения. Поэтому система автоматического управления выходными параметрами АСГ (асинхронного генератора) строится на основе тиристорных преобразователей с фазовым регулированием мощности балластной нагрузки.

Вышеизложенное позволяет сделать следующие **выводы**:

- процесс преобразования механической энергии потока воды в электроэнергию может осуществляться с помощью достаточно широкого набора устройств, в том числе и не предназначенных специально для применения в микро- и мини-ГЭС. Проблема заключается в оптимизации этого преобразования с целью получения наилучших потребительских и эксплуатационных свойств энергоустановок;

- в гидроэлектростанциях класса «микро» наблюдается тенденция к некоторому усложнению электрической части установок, которая в большинстве случаев осуществляет функции стабилизации производимой электроэнергии за счет соответствующего упрощения гидротехнического оборудования.

На основании проведенного анализа авторы предлагают установить утилизационную гидроэнергетическую установку (мини-ГЭС) мощностью 470 кВт на сбросном коллекторе канализационных очистных сооружений № 1 (КОС-1) с блоком УФ-обеззараживания. В данный момент очищенные сточные воды сбрасываются с высоты 43 м в реку Обь в количестве 2,2 м³/с. Это колоссальная энергия, которую можно использовать.

Предлагается совместить в одном здании мини-ГЭС и блок УФ-обеззараживания с оборудованием фирмы WEDECO.

Строительство мини-ГЭС, использующей сточные воды КОС-1, с блоком УФ-обеззараживания позволит добиться:

- уменьшения вреда от очищенных сточных вод, выпускаемых в реку Обь. В данный момент сточные воды КОС-1 содержат остаточный хлор в количестве 1,5 мг/л. При попадании хлора в водоем он образует хлорорганические соединения, которые обладают канцерогенным эффектом и отрицательно влияют на организмы, населяющие водоем. Обеззараживание ультрафиолетом лишено такого недостатка;

- повышения надежности работы КОС-1. Контактные резервуары и хлораторную никто не убирает, просто создают небольшой запас хлора. В случае выхода из строя станции или ее части обеззараживание идет по старой схеме;

- повышения общей экологической безопасности сооружений. Так как мини-ГЭС бу-

дет вырабатывать электроэнергию, то у станции ультрафиолетового обеззараживания будет определенная энергетическая независимость, что в целом повышает надежность работы сооружений.

- внедрение УФ-обеззараживания обеспечивает выполнение требований СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», а также, что немаловажно, исключает негативное влияние хлора и токсичных хлорсодержащих соединений на работников КОС-1 и население города Барнаула.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шпильрайн, Э. Э. Проблемы и перспективы возобновляемой энергии в России / Э. Э. Шпильрайн // Материалы Пятого Международного форума «Высокие технологии 21 века». – Режим доступа: <http://www.hitechno.ru>.

2. Сибикин, М. Ю. Технология энергосбережения / М. Ю. Сибикин, Ю. Д. Сибикин. – М. : Форум, 2013. – 351 с.

3. Гидроэлектростанции малой мощности: учебное пособие / под ред. В. В. Елистратова. – СПб. : Изд-во Политехн.ун-та, 2005. – 432 с.

4. Лукутин, Б. В. Автономное электроснабжение от микрогидроэлектростанций / Б. В. Лукутин, С. Г. Обухов, Е. Б. Шандарова. – Томск : STT. – 2001. – 120 с.

Иванова Т.Ю. – магистрант ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: trodivilina@mail.ru.

Трутнев П.С. – аспирант ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: trodivilina@mail.ru.

Осипова М.А. – к.г.-м.н, доцент кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: kurator@yandex.ru.