

УДК 628.21-048.25(571.620-25)

Г. Э. Иоакимис, А. О. Душко, О. С. Безверхняя

**РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ СИСТЕМЫ КАНАЛИЗАЦИИ
г. ХАБАРОВСКА**

Описан проект реконструкции канализационных сетей Хабаровска, созданный на основе использования новейшего оборудования, включающий в себя реконструкцию внеплощадочных сетей и сооружений.

К л ю ч е в ы е с л о в а: город, реконструкция систем канализации, сточные воды, жилищная застройка, очистные сооружения.

The project on sewage system reconstruction in Khabarovsk that is based on modern equipment and includes reconstruction of off-site nets and constructions is described.

К е у w o r d s: city, sewage system reconstruction, waste water, residential development, sewage treatment facilities.

Жизнедеятельность любого современного города в настоящее время невозможна без бесперебойного функционирования систем сбора и очистки хозяйственно-бытовых сточных вод. Вместе с тем, с начала 90-х гг. XX в. в связи с ухудшением экономической ситуации в стране вложение средств в их ремонт, техническое перевооружение существенно сократилось, строительство новых сетей, насосных станций и очистных сооружений практически не велось. На сегодняшний день практически повсеместно в Российской Федерации наблюдается высокий износ систем канализации, кроме того, качество очистки на сооружениях, построенных в 50—70 гг. XX в., не позволяет добиться снижения концентраций соединений биогенных элементов, таких как азот и фосфор, сброс которых существенно вредит экологическому состоянию водоемов-водоприемников. Более чем 15-летний опыт работы ООО «РОСЭКОСТРОЙ» показывает, что решение подобных проблем можно вести только комплексным методом, включающим в себя не только внедрение новейших разработок в области технологии очистки сточных вод, но также и сокращение энергозатрат, выбор наиболее оптимального и менее затратного способа их реконструкции.

В 2009 г. ООО «РОСЭКОСТРОЙ» совместно с ОАО «Сибгипрокоммун-водоканал» приступил к разработке проекта реконструкции системы канализации г. Хабаровска. В рамках данной работы были решены следующие задачи:

- реконструкция ГНС (главной насосной станции), подводящего и напорных коллекторов;

- увеличение производительности очистных сооружений с 220 до 320 тыс. м³/сут с внедрением технологии биологического удаления азота и фосфора;

- возведение цеха компостирования осадка с получением товарного продукта для последующей реализации;

- реконструкция метантенков и утилизация биогаза на мини-ТЭС;

- проект полигона депонирования осадка;

разработка сооружений доочистки, обеззараживания и насыщения кислородом;

проектирование внеплощадочных сетей: газопровода, волоконно-оптической линии, хозяйственно-питьевого водопровода, линий электропередач 35 кВ для очистных сооружений и 6 кВ — для ГНС;

проектирование газового хозяйства на площадке очистных сооружений.

Главными инженерами проекта на данном объекте были назначены: от ООО «РОСЭКОСТРОЙ» — один из опытейших сотрудников организации Г. Э. Иоакимис, от ОАО «Сибгипрокоммунводоканал» как от основного субподрядчика, выполняющего более 40 % всего объема проектирования, — Н. М. Звягина, имеющая многолетний опыт работы с водоканалом г. Хабаровска.

Согласно существующей схеме канализования Хабаровска, сточные воды от жилой застройки и промышленных предприятий, расположенных в городской черте, самотеком направляются на ГНС (рис. 1). В настоящее время состояние главного самотечного коллектора длиной 5 км и диаметром 2 м оценивается как неудовлетворительное. Необходимость проведения реконструкции обусловлена наличием провалов по трассе коллектора и повреждением свода железобетонных труб газовой коррозией. В связи с увеличением притока сточных вод с 220 до 320 тыс. м³/сут было принято решение о проектировании дополнительного самотечного коллектора диаметром 2 м, длиной около 5 км, после введения в эксплуатацию которого старый самотечный коллектор выводился из работы и подвергался реконструкции путем протаскивания внутри спиральновитых полиэтиленовых резьбовых модулей на базе цельнотянутых напорных полиэтиленовых труб «Спиралайн» с последующим заполнением межтрубного пространства цементно-песчаной смесью М50. Внутренний диаметр самотечного коллектора после реконструкции составит 1600 мм.



Рис. 1. Схема реконструкции подводящего к ГНС коллектора

Подача сточных вод на очистку осуществляется ГНС производительностью 10 тыс. м³/ч, 220 тыс. м³/сут. Станция оборудована ручными решетками с прозорами 50 мм и вертикальными насосами ФВ 4000/28 (2 рабочих, 3 резервных) подачей 4000...5000 м³/ч каждый с напором 25...28 м и мощностью электродвигателей по 630 кВт. В настоящее время все технологическое оборудование полностью выработало свой ресурс, изношено и требует замены.

Проектом предусматривается замена насосов на агрегаты компании Grundfos (Дания) в количестве 6 штук мощностью по 580 кВт, производительностью 5400 м³/ч. Вместо ручных решеток предполагается использование комплексного решения от компании Huber в составе: механизированные решетки с прозорами 20 мм, ленточный транспортер, измельчитель отходов и моечного пресса. Данный комплекс позволяет эффективно обезвоживать извлекаемые решетками отбросы, что существенно снижает их объем.

Реконструкции также подлежит приемная камера ГНС. Кроме того, на площадке ГНС дополнительно возводятся регулирующий резервуар объемом 450 м³ и сооружение ГО и ЧС (рис. 2).



Рис. 2. Схема реконструкции площадки ГНС

От ГНС к очистным сооружениям (ОСК) идут 2 напорных коллектора: левый — $D=1420$ мм, правый — переменного диаметра $D=1400$ мм с участками $2 \times D=1010$ (рис. 3). Левая нитка, проложенная в 2008 г., находится в удовлетворительном состоянии, и ее эксплуатация будет продолжена. Эксплуатируемая с 1999 г. правая нитка находится в аварийном состоянии, предусматривается ее реконструкция путем протаскивания внутри полиэтиленовой трубы $D=1220$ мм, заменой участков трубопроводов $2 \times D=1010$ мм на $D=1220$ мм, а также прокладка третьей новой нитки из стальных труб $D=1420$ мм. На равном удалении от ГНС и ОСК на напорных трубопроводах проектируется камера переключения, разделяющая трубопровод на два ремонтных участка.

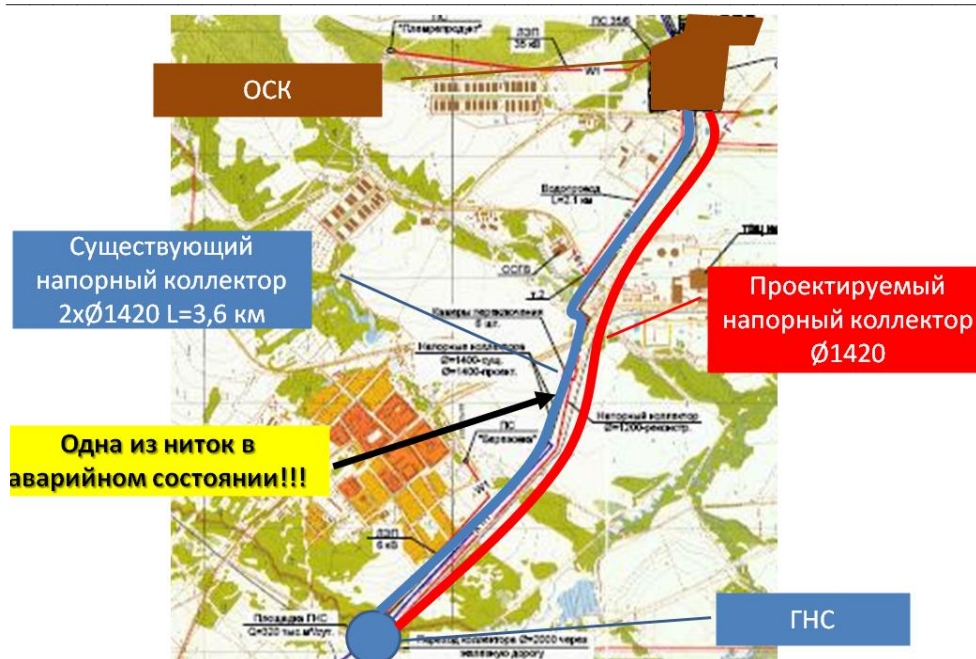


Рис. 3. Схема реконструкции напорных коллекторов от ГНС до очистных сооружений

Существующие очистные сооружения г. Хабаровска обеспечивают полную механическую и биологическую очистку сточных вод от жилой застройки и промышленности города в объеме до 220 тыс. м³/сут с обеззараживанием очищенных сточных вод хлором и выпуском их в р. Амур через рассеивающий выпуск с трубчатыми насадками, обеспечивающими 30-кратное разбавление. Ранее, перед сбросом, на площадке очистных сооружений предусматривалось насыщение очищенных сточных вод кислородом, однако в настоящий момент данное сооружение не функционирует.

Работа очистных сооружений характеризуется как стабильная, по состоянию на 2009—2010 гг. концентрация взвешенных веществ в поступающем стоке составила около 100 мг/л, в очищенном — 10...12 мг/л, БПК₅ в поступающем и очищенном стоке 95...98 и 8...12 мг О₂/л соответственно. Данные показатели работы не соответствуют принятым нормативам по сбросу в водоемы первой категории водопользования, к которым относят и р. Амур.

Обработка осадка в настоящее время осуществляется на иловых площадках. Также на площадке ОСК имеются метантенки, рассчитанные на сбраживание смеси сырого осадка и активного ила с сбросом газа на свечу, которые в настоящее время выведены из эксплуатации.

На рис. 4 показаны реконструируемые (синим цветом) и вновь проектируемые (красным и желтым цветом) сооружения на площадке очистных сооружений. Как видно из рис. 4, в данной работе была охвачена практически вся территория очистных сооружений.

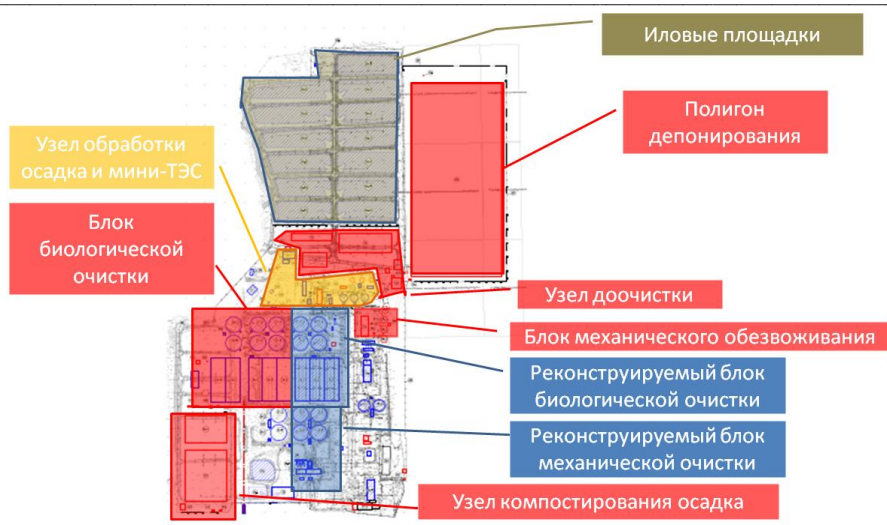


Рис. 4. Реконструируемые и проектируемые сооружения на площадке ОСК г. Хабаровска

Для увеличения производительности очистных сооружений до 320 тыс. м³/сут (по техническому заданию) и достижения качества очищенных сточных вод, допускаемых к сбросу в водоемы первой категории водопользования, в соответствии с принятой структурной схемой (рис. 5) предусматривались следующие меры.

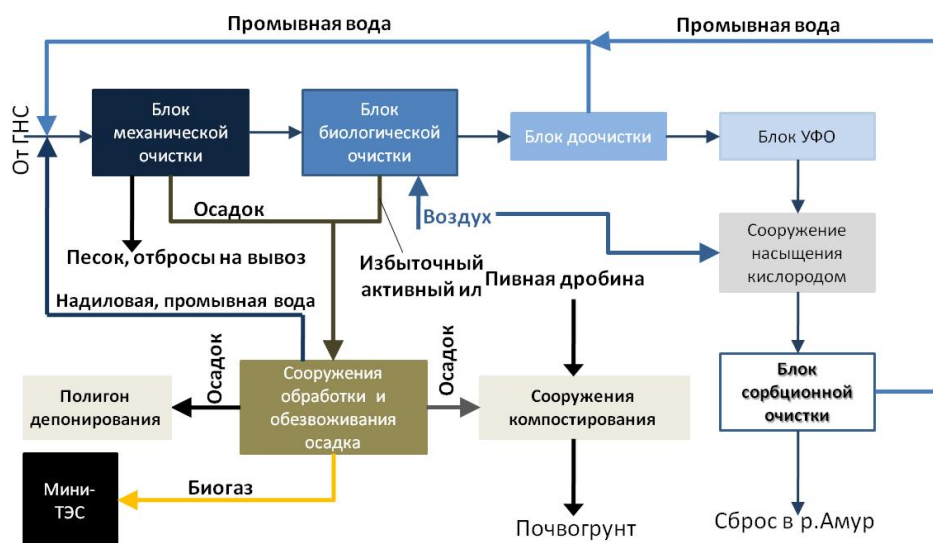


Рис. 5. Структурная схема очистки сточных вод г. Хабаровска после реконструкции

По блоку механической очистки:

реконструкция существующего здания решеток с установкой дополнительной механизированной решетки с прозором 5 мм, транспортера отбросов, гидропресса и бункера-накопителя;

автоматизация системы измерения поступающего расхода с выводом показаний в режиме реального времени на компьютер оператора;
реконструкция первичных отстойников с заменой системы сбора сырого осадка, насосной станции сырого осадка;
реконструкция существующих аэрируемых песколовков, системы сбора и удаления песка;
строительство дополнительной приемной камеры, пристройки к зданию решеток;
установка дополнительных полностью автоматизированных песколовков с круговым движением воды диаметром 5,5 м производства компании Huber, оснащенных насосными станциями пескопульпы (рис. 6);
строительство двух первичных отстойников $D = 40$ м с насосной станцией сырого осадка.

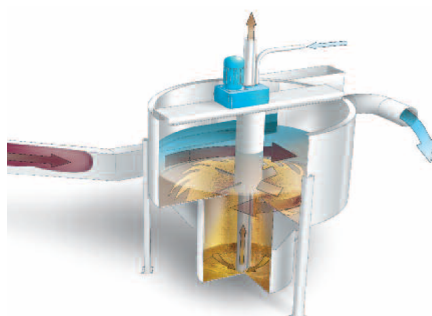


Рис. 6. Песколовка Huber VorMAX

По блоку биологической очистки:

реконструкция существующих аэротенков под технологию биологического удаления биогенных элементов, замена аэрационной системы в них, а также реконструкция вторичных отстойников;

замена воздуходувок, насосного оборудования в здании насосно-воздуходувной станции;

строительство дополнительных сооружений — 5 аэротенков, 2 вторичных радиальных отстойников $D = 40$ м с распределительной чашей и иловыми камерами. Для сбора дренажных вод от емкостных сооружений биологической очистки предусматривается дренажная насосная станция.

По блоку доочистки, согласно техническому заданию, было проработано два варианта сооружений доочистки. Первый — традиционный, предусматривающий использование скорых фильтров, аналогичных применяемым для водоподготовки. Габариты фильтровальной станции в плане 132×48 м, количество фильтров — 40, габариты каждого — 9×6 м. Для обеспечения требуемого для работы фильтров напора дополнительно была запроектирована насосная станция с габаритами 99×18 м, в которой было размещено 4 группы насосов и реагентное хозяйство для интенсификации работы фильтров и снижения остаточных загрязнений по взвешенным веществам и фосфатам. Установленная мощность электрооборудования составила 2,1 МВт. Технологическая схема данного блока представлена на рис. 7.

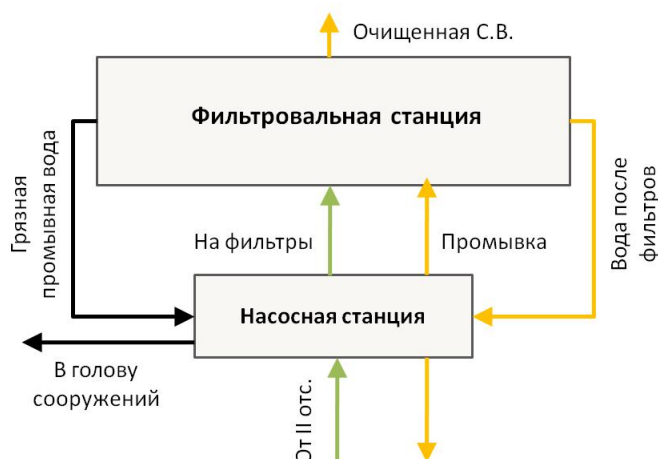


Рис. 7. Технологическая схема варианта № 1 блока доочистки

Второй вариант блока доочистки, предложенный специалистами ООО «РОСЭКОСТРОЙ», предусматривал использование дискового микрофилтра «Huber RoDisk» (рис. 8) производства компании Huber. Максимальная производительность данной установки 1500 м³/ч, размер ячеек от 0,01 до 0,1 мм. Установка полностью автоматизирована и укомплектована системой регенерации фильтрующих элементов. Для обеспечения доочистки 320 тыс. м³/сут с учетом резерва было использовано 14 установок. Установленная мощность блока доочистки в этом случае с учетом повысительных насосов составила 525 кВт, что в 4 раза меньше, чем в первом варианте. Габариты фильтровальной станции, в которой размещались, помимо 14 установок «Huber RoDisk», также повысительные насосы и реагентное хозяйство, составили 60×36 м (рис. 9).

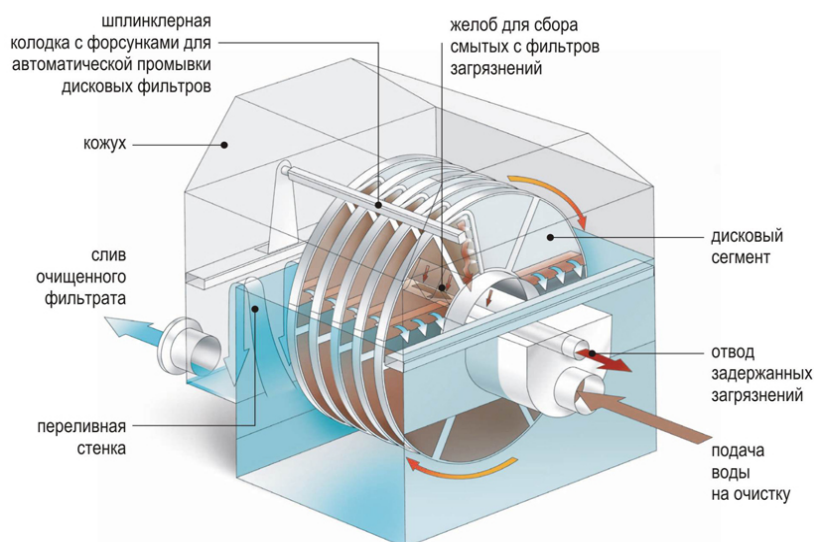


Рис. 8. Установка «Huber RoDisk» в разрезе

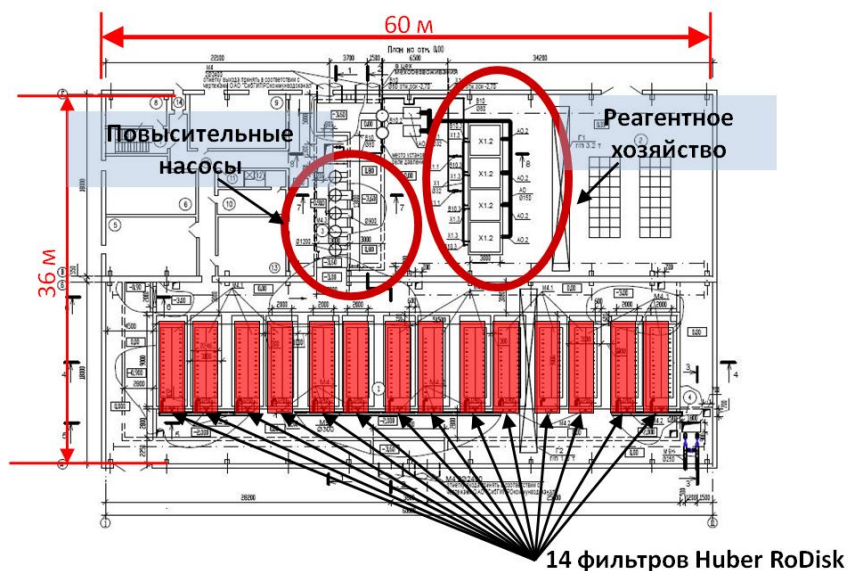


Рис. 9. Вариант № 2 блока доочистки

После доочистки сточные воды последовательно проходят обеззараживание при помощи УФ-ламп канального типа и насыщение кислородом в двухсекционном аэрационном бассейне, имеющем габариты 36×14 м и глубину 5 м.

Сточные воды Хабаровска характеризуются повышенным содержанием металлов, таких как цинк, алюминий, марганец, точные источники которых до сих пор не выявлены. Для снижения концентраций данных веществ до ПДК водоемов первой категории водопользования перед самым сбросом в р. Амур был предусмотрен блок финишной сорбционной очистки на скорых фильтрах, загруженных клиноптилолитом. Технологическая схема блока сорбционной очистки приведена на рис. 10.

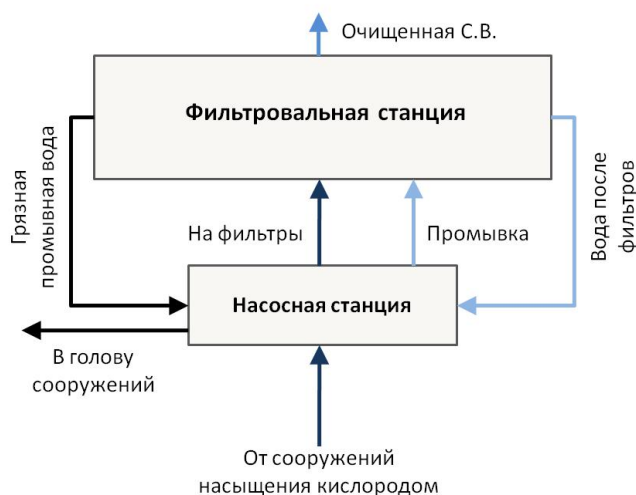


Рис. 10. Технологическая схема сорбционной очистки

Габариты насосной станции составили 99×18 м, фильтровальной станции — 132×48 м. В фильтровальной станции (рис. 11) размещалось 40 фильтров 9×6 м, из них постоянно в работе 36, а в оставшихся 4 фильтрах проводилась замена загрузки. Годовая потребность в клиноптилолите составляет 10 тыс. т (примерно 200 железнодорожных вагонов).

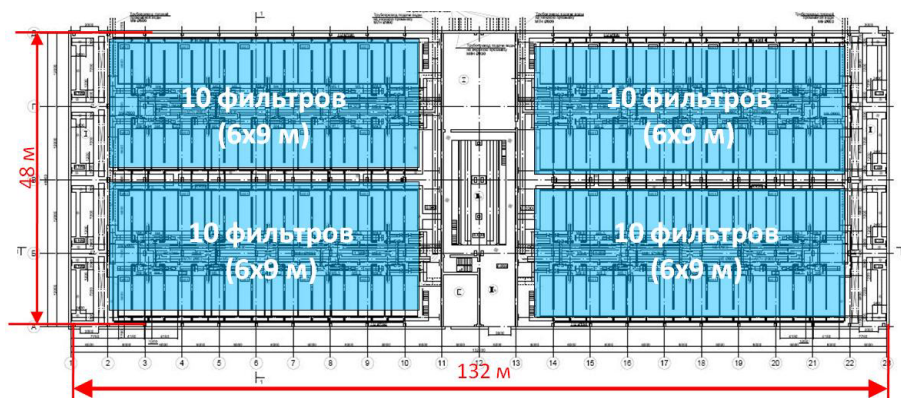


Рис. 11. Фильтровальная станция блока сорбционной очистки

После блока сорбционной очистки очищенные сточные воды направляются на сброс через рассеивающий выпуск в р. Амур по двум стальным трубопроводам $D=1420$ мм. Береговая часть существующего выпуска находится в удовлетворительном состоянии, русловая — в аварийном. Проектом предусматривается (рис. 12) реконструкция двух существующих рассеивающих выпусков $2 \times D=1420$ мм, а также строительство дополнительного коллектора из стальных труб $D=1620$ мм протяженностью 9,48 км параллельно существующему и строительство дополнительного выпуска очищенных сточных вод $D=1420$ мм протяженностью 500 м.



Рис. 12. Схема сбросных коллекторов и выпусков очищенных сточных вод в р. Амур

Помимо внедрения мер по повышению качества очистки сточных вод, особое внимание было уделено обработке осадка. Как уже было сказано выше, сырой осадок и избыточный активный ил подаются на обезвоживание на существующие иловые площадки, которые в настоящее время практически исчерпали свои возможности. Проектом предусматриваются следующие меры:

реконструкция существующих илоуплотнителей;

возведение комплекса по механическому обезвоживанию осадка в составе блока промывки смеси осадка и избыточного активного ила, цеха механического обезвоживания на камерных фильтр-прессах компании AnDritz (рис. 13);

реконструкция метантенков, строительство мини-ТЭС (мощностью 1,5 МВт) и котельной, работающих на биогазе (рис. 14);

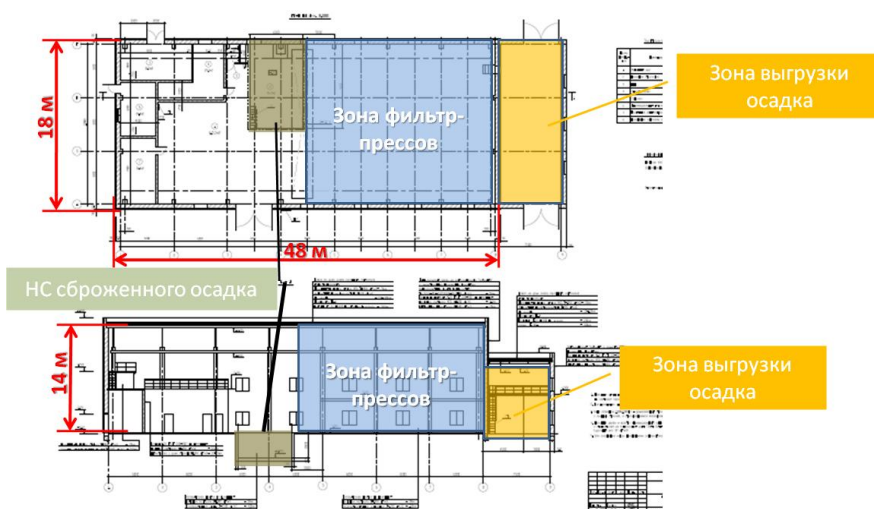


Рис. 13. План и разрез цеха механического обезвоживания осадка



Рис. 14. Мини-ТЭС мощностью 1,5 МВт, работающая на биогазе

для захоронения обезвоженного на фильтр-прессах осадка, а также осадков, накопленных на иловых площадках очистных сооружений канализации, предусматривается строительство полигона депонирования с насосной станцией, предназначенной для отвода поверхностных ливневых вод и инфильтрата осадка в камеру гашения.

В летние месяцы (с мая по сентябрь) часть обезвоженного осадка направляется в цех компостирования, где производится его смешивание с пивной дробинкой, поставляемой с местного пивзавода. Получаемый таким образом компост может быть использован для выращивания технических культур, цветов и т. д. Данная технология была разработана и успешно апробирована в полупромышленных условиях специалистами ГУП г. Хабаровска «Водоканал» и Дальневосточного отделения РАН.

Помимо разработки проекта реконструкции ГНС, коллекторов и очистных сооружений (ОСК), были рассмотрены вопросы их энергоснабжения, газоснабжения, водоснабжения, а также обеспечение обмена данными путем устройства оптово-волоконной связи (ВОЛС). На рис. 15—17 даны схемы внешних инженерных сетей к ГНС и ОСК.

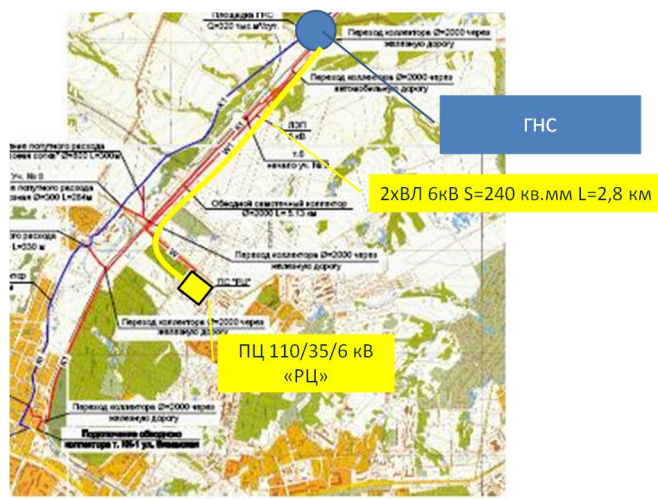


Рис. 15. Схема энергоснабжения ГНС

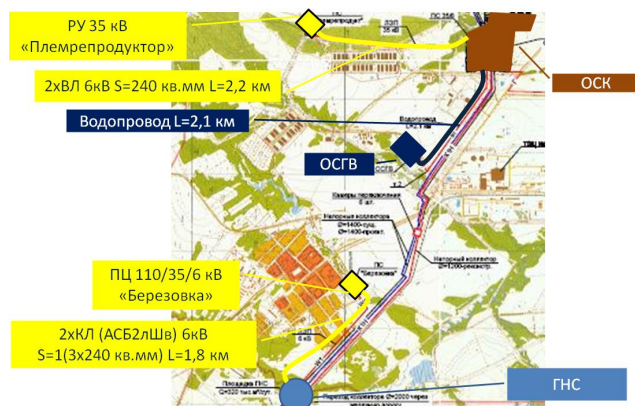


Рис. 16. Схема энергоснабжения ГНС и ОСК, водоснабжения ОСК

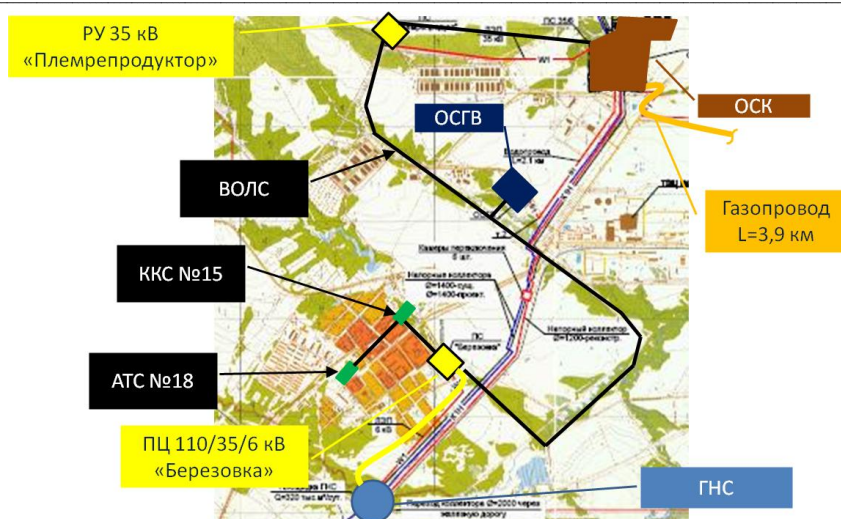


Рис. 17. Схема газоснабжения ОСК и линия ВОЛС

К сожалению, в данной статье невозможно полностью описать тот колоссальный объем выполненных проектных и изыскательских работ. Всего было выпущено более 600 томов проектно-сметной документации, в разработке которой, помимо ООО «РОСЭКОСТРОЙ», принимали участие: ОАО «Сибгипрокоммунводоканал», ЗАО «Аква+», ООО «ПЭТ», ООО «НИПИКТИ «Дальсельэнергопроект»», ООО «ЭПРис», ООО «Инженерные изыскания», ООО «Эталон-Гео». Научное сопровождение работы, выдача рекомендаций на проектирование сооружений биологической очистки сточных вод, сооружений сорбционной очистки были выполнены ОАО «НИИ «ВОДГЕО»».

Благодаря четкой и слаженной работе коллективов вышеперечисленных организаций, проектная документация была выполнена в сроки, установленные государственным контрактом, и передана заказчику — МУП «Водоканал» г. Хабаровска. В настоящее время готовится сдача проекта в органы государственной экспертизы.

© Иоакимис Г. Э., Душко А. О., Безверхняя О. С., 2012

Поступила в редакцию
в сентябре 2012 г.

Ссылка для цитирования:

Иоакимис Г. Э., Душко А. О., Безверхняя О. С. Разработка проекта реконструкции системы канализации г. Хабаровска // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2012. Вып. 2 (22).