

Журнал начинает публиковать серию статей о практическом опыте применения новых технологий и оборудования в водоканалах Московской области.

Опыт реконструкции главной канализационной насосной станции г. Егорьевска

В.А. Митрюшин,
начальник Управления
развития ГУП МО «КС МО»¹

Главная канализационная насосная станция г. Егорьевск (ГКНС) осуществляет перекачку сточных вод города на очистные сооружения канализации в г. Воскресенск (ОАО «Воскресенские минеральные удобрения»). Длина каждой из двух линий напорного трубопровода составляет 36,5 км.

ГКНС эксплуатируется с 1973 г., оборудование морально и физически устарело (средняя амортизация технологического и электросилового оборудования по данным бухгалтерского учета – более 80 %). Паспортная производительность ГКНС – 55 200 м³/сутки, фактический среднесуточный приток примерно в два раза ниже – около 25 000 м³/сутки.

Оборудование ГКНС и трансформаторной подстанции до реконструкции

В машинном зале установлены 5 насосов СД 2400/756 (1973–2009 годы выпуска), с высоковольтными приводами, тип электродвигателей А4-450 УК-8М УЗ (6 кВ; 61,5 А, 500 кВт, 750 об/мин). Насосы включаются в работу попеременно, постоянно в работе находится один насос.

В грабельном отделении были установлены 2 решетки МГ-16, с прозором 16 мм для выделения плавающих частиц и мусора. Съем загрязнений с решетки осуществлялся вручную, граблями. По причине высокой коррозии средний срок работы решеток составлял не более 3-х лет, после чего силами ремонтного персонала из стальных полос изготавливалась новая решетка.

¹ Митрюшин Владимир Александрович, e-mail: ecomtr@yandex.ru.

Схема расположения насосного оборудования в машинном зале на рис. 1.

Электропитание насосов осуществлялось напрямую из РУ-6кВ в ТП-168, через кабельные линии. Подстанция введена в работу в 1973 г., оборудование морально и физически устарело, питание – 6 и 10 кВ от 2-х независимых подстанций в г. Егорьевск.

ТП-168 расположено в отдельном от ГКС здании на расстоянии 70 м.

Старые трансформаторы ТМ-400 и ТМ-160 имели 8-ми кратный запас мощности.

ОПИСАНИЕ ПРОБЛЕМ

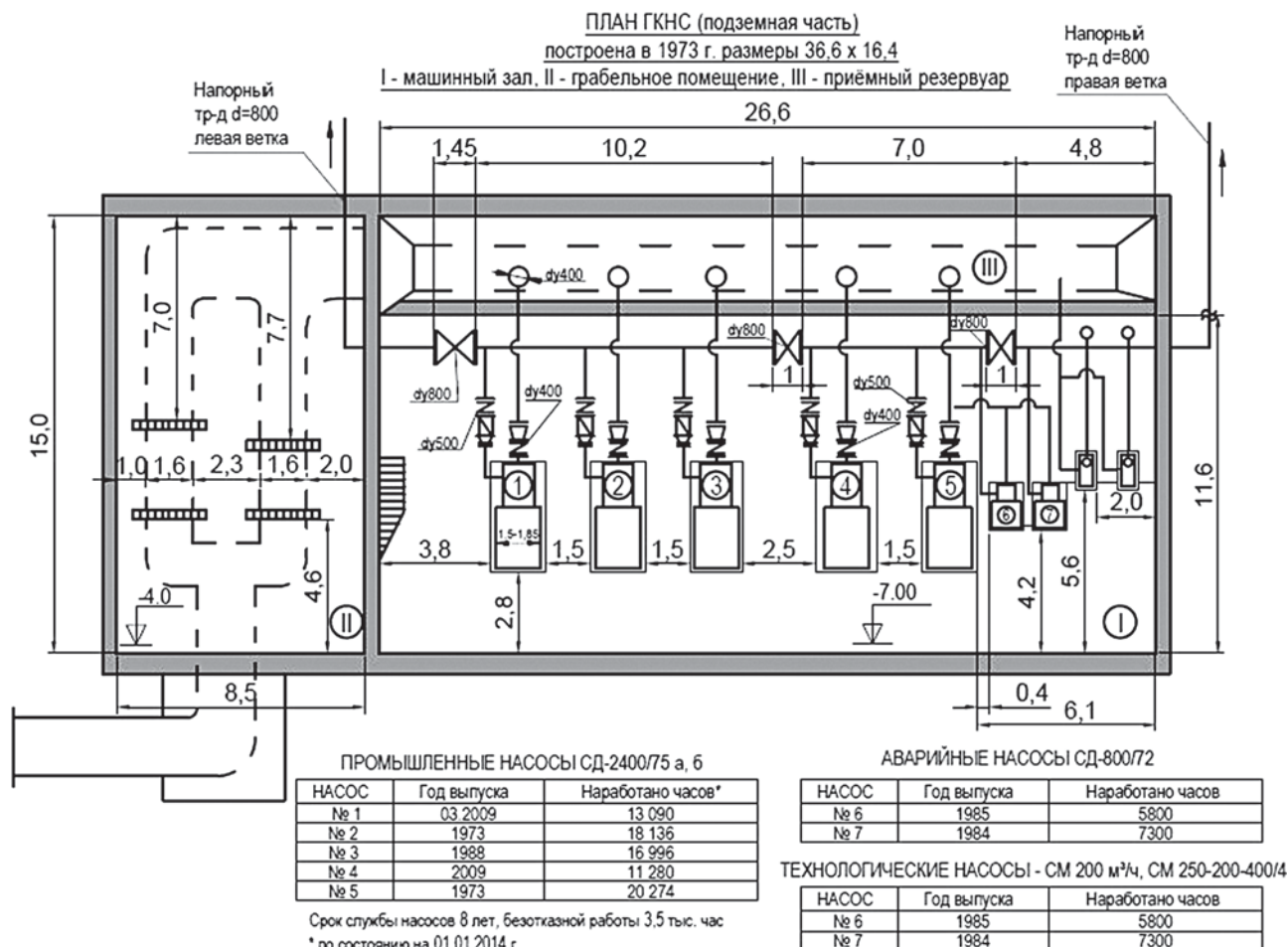
Питающие ГКС силовые и управляющие (сигнальные) кабели имели 100 % амортизацию и требовали срочной замены в связи с участвовавшими случаями пробоев изоляции.

Необходимость реконструкции насосной станции и ТП-168 была обусловлена следующими факторами:

- физический и моральный износ ГКС и электрооборудования;
- избыток мощности агрегатов (~50 %) по расходу и напору;
- высокие потери в трансформаторах;
- регулярное засорение насосов и запорной-регулирующей арматуры из-за нестабильной работы грабельных решеток.

Рис. 1.

СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В МАШИННОМ ЗАЛЕ



Предприятие не располагало средствами для реконструкции ГКНС за счет средств тарифа на перекачку стока, прибыли или инвестиционной составляющей. За счет этих источников реконструкция станции продлилась бы более 40 лет. Проведенный анализ также показал нерентабельность использования механизма энергосервиса для модернизации ГКНС в 2015–2018 годах в связи со сложившейся экономической ситуацией. Отмечена устойчивая тенденция по ежегодному уменьшению объемов стоков, поступающих от абонентов в Егорьевске, что приводит к плановому снижению доходов предприятия, тогда как рост тарифов на электроэнергию усугубляет сложившееся положение. Для сохранения уровня прибыли предприятия необходимо было снижать эксплуатационные затраты путем повышения эффективности работы насосных агрегатов и трансформаторной подстанции.

Была поставлена задача выявить минимально-достаточные мероприятия, позволяющие безаварийно эксплуатировать объект в ближайшие 15–20 лет и достичь эффекта энергосбережения на уровне обязательных федеральных нормативов.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

В разработке технологических решений принимали участие заведующий кафедрой гидравлики факультета «Инженерных систем и экологии» Московской государственной академии коммунального хозяйства и строительства (МГАКХиС) д-р техн. наук В.Г. Николаев, а также специалист ЗАО «Водоснабжение и водоотведение» А.В. Устюжанин. Техническое консультирование осуществлял главный инженер филиала «Колев» ГУП МО «КС МО» И.М. Мехдиев.

В качестве исходных данных были приняты архивные данные по суточному притоку на ГКНС в течение двух лет, а также данные энергетического обследования. Выполнены контрольные замеры напора и расхода на выходе из насосов, станции и в диктующих точках сети. Столь подробный анализ данных позволил максимально точно подобрать оборудование под фактический график притока на станцию и использовать высокий КПД современных насосов даже без частотного регулирования.

На рис. 2 приведена структура, а на рис. 3 – суточная динамика энергопотребления ГКНС.

Рис. 2.
СТРУКТУРА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ГКНС, %

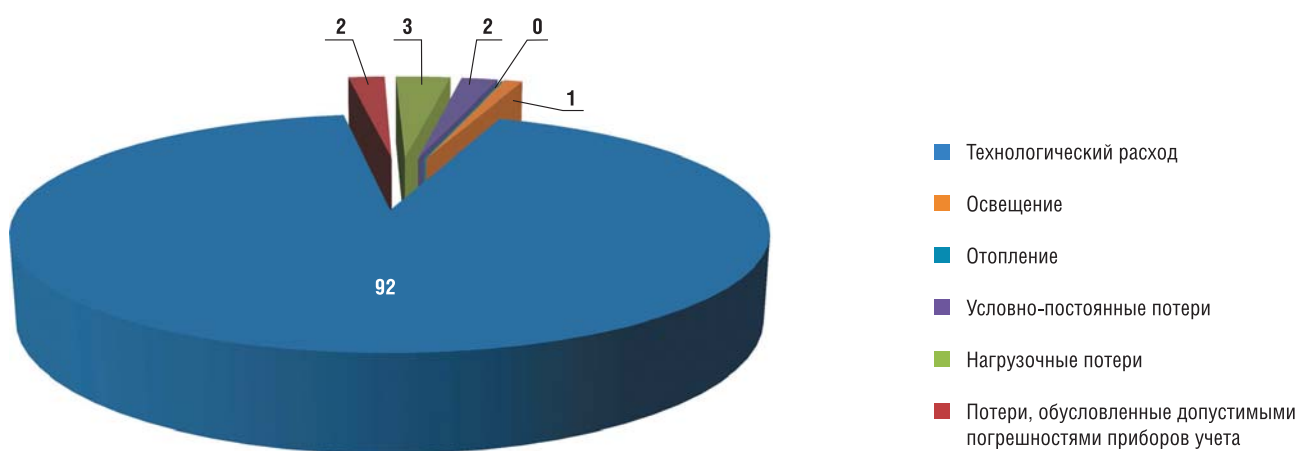
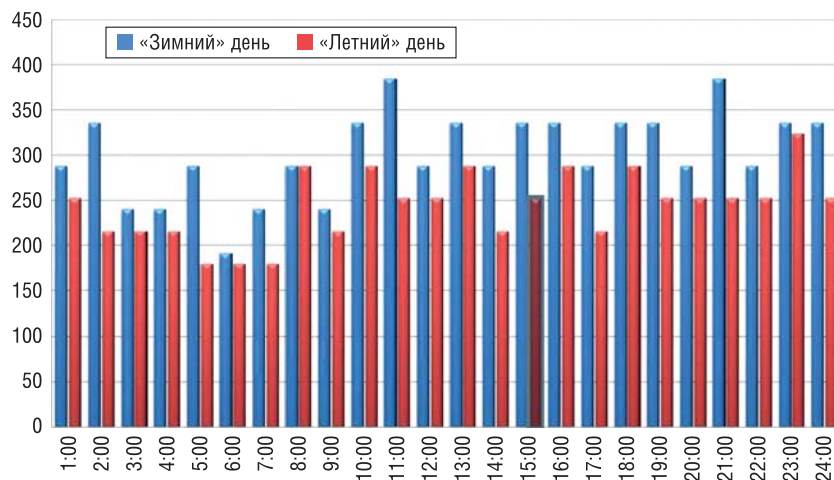


Рис. 3.
Суточная диаграмма
потребления активной
электроэнергии на ГКНС
в типичный «зимний»
и «летний» дни, кВт·ч



При обследовании использовались современные инструментальные методы. На рис. 4 приведены термограммы основного оборудования, выполненные с помощью тепловизора.

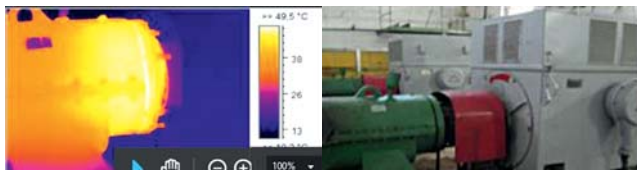
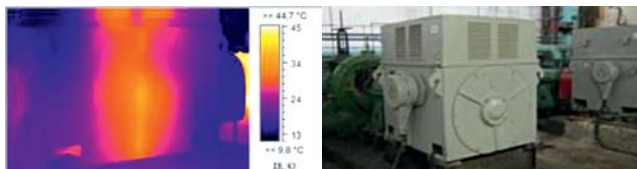
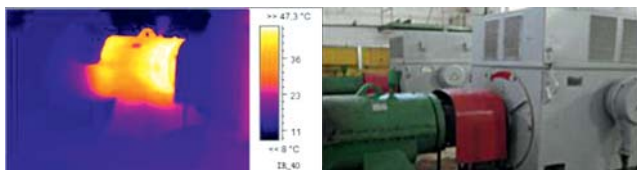
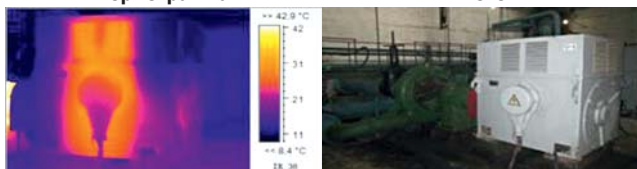
Рис. 4.
Термограммы оборудования до реконструкции:
А) НАСОСНЫЕ АГРЕГАТЫ;
Б) ТРАНСФОРМАТОРЫ



Насос и электродвигатель № 4

Термограмма

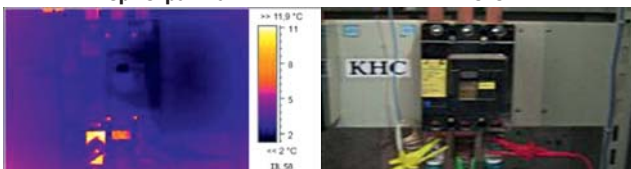
Фото



Вводной АВ – 0,4 кВ секции № 1

Термограмма

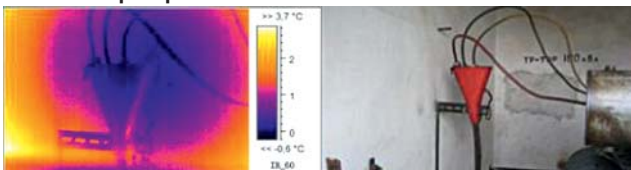
Фото



Кабельная воронка КЛ – 6 кВ секции № 2

Термограмма

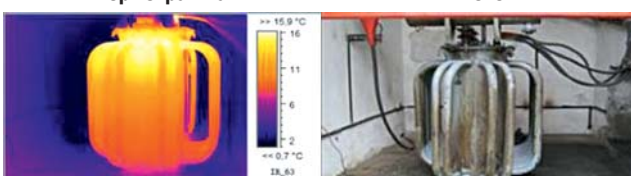
Фото



Силовой трансформатор ТМ-160

Термограмма

Фото



В ходе обследования установлено:

1. Количество насосных агрегатов и их рабочие параметры были подобраны проектировщиками с учетом значительного увеличения производительности станции. Это привело к тому, что установленное оборудование работает преобладающее время в недогруженном режиме, а, следовательно, в области низких значений КПД.

2. Объем приемного резервуара минимум в 2 раза ниже требуемого нормами проектирования для насосных станций аналогичной производительности.

3. Используемые в ходе эксплуатации приемы регулирования режима работы насосного оборудования направлены только на обеспечение стабильной работы станции, т.е. для поддержания уровня жидкости в резервуаре в заданном диапазоне для недопущения попадания воздуха во всасывающий трубопровод, а также исключения возможности переполнения приемного резервуара. Все перечисленные действия осуществлялись дросселированием напорного трубопровода (многократно в течение суток), что влекло за собой работу насоса с повышенными напорами и увеличивало энергозатраты.

4. Потенциал энергосбережения в работе станции составлял – 15–20 %, однако, реализация его в условии применения высоковольтных электроприводов насосов была достаточно затруднительной.

Были проанализированы несколько вариантов модернизации насосного оборудования ГКНС:

- сохранение установленного насосного оборудования и оснащение частотно-регулируемым приводом высоковольтных электродвигателей;

- замена насосов на импортные или отечественные аналоги с меньшей производительностью под преобладающий график притока. Высоковольтные электродвигатели не меняются, частотное регулирование привода (ЧРП) не применяется;

- замена высоковольтных электродвигателей на меньшую мощность с подбором отечественного или импортного насоса под действительные характеристики сети. Сравнивались варианты с ЧРП и без;

- замена двух высоковольтных электроприводов на низковольтные (0,4 кВ) и 2-х насосов под действительные характеристики сети. Низковольтное оборудование дешевле высоковольтного в 1,5–2 раза и многократно увеличивает вариативность решений, гибкость регулирования и соответственно энергоэффективность. Сравнивались варианты с ЧРП и без;

- увеличение объема приемного резервуара в 2,5 раза и подбор насосов и электродвигателей меньшей производительности. Сравнивались варианты высоковольтных и низковольтных приводов, с ЧРП и без;

- реконструкция приемного отделения ГКНС под установку 2-х погружных импортных насосов на 0,4 кВ с ЧРП;

- замена двух рабочих агрегатов на погружные насосы 0,4 кВ сухого горизонтального исполнения с ЧРП.

По результатам сравнения капитальных и эксплуатационных затрат по вариантам оптимальным был признан последний вариант с установкой низковольтных моноблочных агрегатов и частотно-регулируемым приводом.

В ходе исследований режимов работы ГКНС прогнозирована потенциальная экономия расходов на эксплуатацию станции не менее 30 % за счет точного подбора насосов, повышения КПД трансформации тока и напряжения, сокращения объемов ТО и ремонтов старого оборудования, предотвращения аварийных остановов ГКНС из-за засоров оборудования, за счет минимизации последствий при аварийных ситуациях. В числе статей экономии были определены:

- снижение затрат на электроэнергию на работу новых насосов – 30 % от фактического общего потребления ГКНС, около 3,1 млн руб. в год,

- снижение потерь электроэнергии в новых трансформаторах за счет более высокого КПД – 5 % от потребляемой энергии, около 0,5 млн руб. в год;

- снижение затрат на ремонт и техническое обслуживание силовых агрегатов, трансформаторов, задвижек, приводов, грабельных решеток, вентиляции и др., в том числе за счет внедрения системы автоматизированного управления ГКНС, около 0,2 млн руб. в год.

Суммарный расчетный экономический эффект составил около 3,8 млн руб. в год.

Проведенная проработка решений позволила отказаться от комплексной реконструкции ГКНС, что удешевило СМР в 2–3 раза, и легла в основу технического задания на реконструкцию ГКНС и ТП-168.

Работы по модернизации ГКНС

По результатам конкурса генеральным подрядчиком проектных и монтажных работ было определено ООО «Испытательный центр «Энерготестконтроль», разработчиком проекта – ООО «Энергострой».

Разработанным проектом было предусмотрено и реализовано в ходе работ по реконструкции:

- замена 2-х высоковольтных трансформаторов на современные, с высоким КПД (ТМГ 12-630/6/04 кВ, производства Минского электрозавода им. В.И. Козлова);

- полная замена силовых электрокабелей;
- замена 3-х щитовых затворов, переключающих потоки на входе в станцию на задвижки шиберные ножевые (тип ПА 532.800.10-01ЭП, Ду800, класс герметичности «А» с двусторонним удержанием, производитель ООО «ПромАрма», г. Пенза);
- установка 2-х автоматизированных грабельных решеток с прозорами 6 мм и 4 ед. отсекающих щитовых затворов 1500×2000, производства ООО «ПП Экополимер», г. Калуга;
- замена 2-х насосов и электродвигателей завышенной производительности на современные моноблочные агрегаты (Grundfos S3.110.300.2200.6.74Н.Н.564.G.N.D, Q = 1440 м³/ч, Н = 37,8 м., N = 220 кВт, в сухом исполнении) с частотно-регулируемым приводом и системой АСУ ТП;
- замена 3-х дисковых затворов Д800 на распределительном напорном коллекторе, также на ножевые шиберные.

Рис. 5.
Машинный зал ГКНС в ходе реконструкции.
Монтаж нового насоса





Рис. 6. Работающий новый насос

Стоимость разработки ПСД и прохождения государственной экспертизы составила 8,2 млн руб., стоимость оборудования и СМР – 45,8 млн руб., всего 54,0 млн рублей. Работы были профинансированы из бюджета Московской области.

Реконструкция выполнена в I–III кварталах 2017 г. без остановки технологического процесса путем поэтапного ввода в работу модернизированных технологических узлов станции. На рис. 5 приведен рабочий момент реконструкции, на рис. 6 – работающий насос.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ГКНС

1. С минимально-разумными капвложениями обеспечена надежность энергоснабжения и работы ГКНС.

2. Предотвращены засоры ветошью запорно-регулирующей арматуры на напорной части коллектора.

3. Восстановлен ресурс питающей трансформаторной подстанции и электросиловых кабелей. Увеличен на 3–5 % КПД трансформации тока.

4. В летний период при пониженном притоке период пуско-наладки (июнь–август

2017 г.) экономия электроэнергии составила 40–50 % среднесуточного за год. По мере увеличения притока ожидается некоторое снижение этой величины.

5. Сведен к минимуму объем ручного труда в грабельном отделении и машинном зале ГКНС. Снижен в несколько раз шумовой фон от работы высоковольтных электроприводов и старых насосов.

Выводы

Подтвержден высокий потенциал экономии ресурсов на объектах ЖКХ за счет грамотных инженерных решений и применения современного оборудования без проведения комплексной реконструкции ГКНС. Дальнейшая модернизация ГКНС в 2018–2021 гг. будет возможна за счет инвестиционной программы и за счет сэкономленных ресурсов собственными силами предприятия. Город Егорьевск получил гарантию на 10–15 лет бесперебойной перекачки сточных вод на очистку, и, следовательно, возможность бесперебойного водоснабжения и поддержания комфортных условий проживания жителей. ●