

Практический опыт проведения ЦЭО магистральных и распределительных водяных сетей промышленного предприятия



Текст: Кирилл Шелешков

Направление энергоэффективности ООО «Остек-СМТ» продолжает начатое в 2015 году сотрудничество с крупнейшим в России лесоперерабатывающим холдингом в проведении технических аудитов инженерных сетей на предприятиях заказчика. На сегодняшний день выполнены целевые обследования пневмосистемы и хозяйственно-питьевого водоснабжения на двух производственных площадках, проводятся работы по полному аудиту водяного хозяйства одного из комбинатов, включающего в себя кроме сетей водоснабжения и водоотведения все водоиспользующие технологические циклы производства.

В статье мы расскажем о выполненном целевом энергетическом обследовании (ЦЭО) магистральных и распределительных сетей хозяйственно-питьевого водоснабжения (далее ХПВ) на одном из комбинатов холдинга в Восточной Сибири. Аудит проводился в период с октября по декабрь 2016 года и охватил все магистральные и распределительные водоводы предприятия, по которым осуществляется водоснабжение комбината и сторонних потребителей в прилегающей промышленной зоне.

Система транспорта хозяйственной воды на предприятии состоит из трубопроводов подземной прокладки диаметром от Ду400 до Ду50 мм. ХПВ на комбинат подается по двум магистральным водоводам Ду400 от границы балансовой принадлежности с городским водоканалом до заводской водоочистной станции (ВОС). Магистральные водоводы, не доходя до ВОС, имеют ответвления Ду 300 мм на насосную станцию НС-1, от которой осуществляется водоснабжение заводских и основной массы сторонних потребителей. Общая протяженность сетей ХПВ от границы балансовой принадлежности до производственной площадки составляет 50 км. Большая часть водоводов проходит за территорией предприятия, магистральные трубопроводы проложены по тайге, распределительные – по промзоне, включающей площадку комбината и сопутствующие производства.

Основная проблема, с которой сталкивается служба главного энергетика при эксплуатации водоводов ХПВ, – это сверхнормативные потери, которые составляют не менее 35 % от общего объема получаемой воды. В год разница между объемом воды, приобретенным у водоканала и распределенным заводским и сторонним потребителям, составляет порядка 400 тысяч кубометров. Такое положение не устраивает руководство комбината, и оно обосновано требует от службы главного энергетика навести порядок.

На предприятии, как и во всем холдинге, большое внимание уделяется модернизации производства, вводу новых технологических мощностей. Сегодня там применяют современное оборудование ведущих мировых производителей, регулирование техпроцессов осуществляется программируемыми микроконтроллерами, возросли требования к качеству выпускаемой продукции. Однако «оборотной стороной медали» при использовании современных технологий и оборудования становится несоответствие вспомогательных инженерных систем новым заводским реалиям, что в полной мере относится к водоснабжению.

Отсутствие приборного учета в узловых точках сетей ХПВ существенно затрудняет службе главного энергетика задачу поиска и устранения утечек на сетях. Имеющиеся расходомеры – коммерческие на границе балансовой принадлежности на КП-1, технические на ВОС и на насосной станции НС-1 – разнесены друг от друга на несколько километров, приборы учета потребителей дают информацию только о конечном потреблении. Сведенный на основе показаний приборов учета баланс хозяйственной воды фиксирует объемы потерь по веткам, но бесполезен для исправления ситуации. Попытки силами эксплуатационного персонала, используя имеющиеся переносные измерительные приборы, провести целенаправленный поиск утечек не увенчались успехом. Специфика деятельности эксплуатирующей службы не позволяет проводить такую работу системно и последовательно, а отдельные единичные

замеры не дают общей картины, попытки на их основе провести какую-то аналитическую работу обречены на неудачу. Несомненно, свою роль сыграла и значительная географическая удаленность точек, в которых необходимо делать замеры. Для работы требуется привлечение как слесарей дежурной службы для подготовки точек замеров, так и автотранспорта для доставки бригады до места работ. В целом выполнение такого рода задач силами эксплуатации требует создания отдельного подразделения, в задачи которого должен входить мониторинг состояния сетей, что в условиях предприятия не всегда оправдано. В то же время, попытки найти места утечек хозяйственной воды самостоятельно дали специалистам службы главного энергетика понимание необходимости целевого обследования сетей ХПВ.

Чтобы провести такое инженерное обследование, включая компьютерный анализ данных измерений и моделирование потокораспределения в трубопроводах, требуется целый комплекс специального измерительного оборудования и программного обеспечения. Поэтому заказчик посчитал экономически целесообразным не вкладывать средства в дорогостоящие приборы, не создавать в структуре службы главного энергетика отдельное подразделение, а обратиться к профессиональным энергоаудиторам.

Цель, которую заказчик ставил перед сотрудниками отдела энергоконсалтинга, проводившими обследование: прежде всего, выявить сверхнормативные потери в сетях ХПВ от границы балансовой принадлежности до конечных потребителей, дать оценку существующих систем учета расходов воды, провести приборную проверку соответствия показаний коммерческих приборов учета субабонентов фактическому потреблению.

От сетей комбината хозяйственную воду получают 23 сторонние организации с различной нагрузкой: от 0,5 до 10 м³/час. Еще порядка 60 м³/час питьевой воды потребляет сам комбинат. Наибольшее количество потребителей сосредоточено на так называемой Южной панели, снабжение которой питьевой водой осуществляется от НС-1. Примерно одинаковое количество сторонних потребителей запитаны от магистралей и от ВОС. Основные производственные потребители питаются также от ВОС.

После анализа ТЗ и ознакомления с условиями предстоящих работ на месте, было принято решение при проведении аудита для определения и локализации мест утечек сделать основной упор на последовательное проведение инструментальных измерений расходов ХПВ по трубопроводам от границы балансовой принадлежности и далее в узловых точках сети и на отводах на потребителей. При обнаружении небаланса воды между соседними точками точное место утечки определять с помощью корреляционного течеискателя.

На первом этапе ЦЭО были выполнены работы по

сбору и анализу существующей технической документации (технологических схем трубопроводов, расположению и детализации камер и колодцев, паспортов на измерительное оборудование, оперативной документации, отчетов по коммерческому и технологическому потреблению), проведен анализ предоставленных балансов потребления воды, визуальный осмотр трубопроводов и колодцев для определения мест инструментальных замеров.

Как уже говорилось, магистральные трубопроводы подземной прокладки проложены в тайге вдоль автодороги, соединяющей предприятие с городом, а трубопровод, от которого запитаны потребители Южной панели, имеет протяженность 4,2 км и находится за территорией предприятия. Запорная арматура расположена в камерах и колодцах по трассе трубопроводов.

По результатам визуального обследования была составлена и согласована с заказчиком Программа проведения инструментальных измерений, которая включала замеры расходов воды по всей сети от точки входа воды до вводов потребителей. Инструментальное обследование в таком объеме, охватившее всю водотранспортную систему ХПВ предприятия, проводилось впервые.

Выполнение работ проходило в полном соответствии с требованиями техники безопасности и охраны труда. Как известно, работы в камерах, колодцах относятся к газоопасным, и к ним предъявляются повышенные требования. В обязательном порядке оформлялся наряд-допуск, брался анализ воздушной среды в месте производства работ. При спуске в колодец использовались страховочные пояса. Выполнение работ по зачистке трубопроводов с использованием аккумуляторной углошлифовальной машинки (болгарки) на предприятии отнесено к огнеопасным работам, поэтому специалисты отдела энергоконсалтинга получили допуск к их проведению в службе ГОиЧС комбината.

При проведении натурных исследований первоначально применялись ультразвуковые расходомеры Взлет ПРЦ и Portaflow 330 в комплекте с толщиномером Взлет

УТ-М. При выполнении измерений специалисты отдела энергоконсалтинга столкнулись с частыми отказами данных приборов, что, вероятно, было вызвано большим количеством отложений в трубопроводах и низкими скоростями движения измеряемой среды. Заказчик не занимался подготовкой точек замеров – снятием изоляции и зачисткой трубопроводов до чистого металла в месте установки датчиков, что добавило сложностей в работу. Фактически подготовка точек измерений проводилась отделом энергоконсалтинга самостоятельно (рис. 1), это увеличило время, необходимое на производство одного замера.

Ликвидировать возникшее отставание позволило приобретение дополнительного ультразвукового расходомера Panametrics PT 878, который является на сегодняшний день одним из самых надежных расходомеров в мире с точки зрения измерений в проблемных трубопроводах.

Инструментальные измерения по определению расходов в реперных точках на магистральных водоводах в границах КП-1 – НС-1 – ВОС проводились как в обычном режиме, так и в рабочем режиме одного из водоводов, что называется – «на подпоре», когда задвижка на коллекторе со стороны всаса насосов на ВОС закрыта, обеспечивая при этом подачу воды потребителям по соседнему водоводу. Таким образом, на обследуемой магистрали не было ни отборов воды со стороны потребителей, ни перетока из одного водовода в другой, а коммерческие приборы учета, установленные на КП-1, фиксировали только объем утечки на обследуемой магистрали.

Специалисты отдела энергоконсалтинга проводили измерения переносными ультразвуковыми расходомерами в узловых точках сети в следующем порядке. В КП-1 на обследуемый (правый или левый) водовод был установлен расходомер с накладными датчиками для сравнения получаемых результатов с показаниями стационарного прибора учета на КП-1 (рис. 2). Следующая точка измерения расходов воды по водоводу находилась в колодце в нескольких километрах от места первого замера в подземном колодце. Такая последовательность



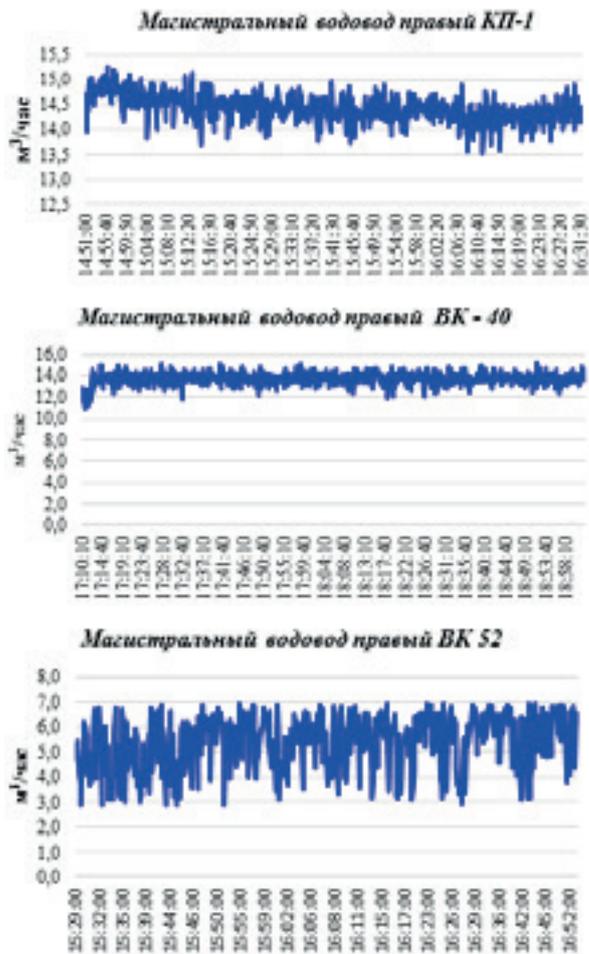
1

Специалист отдела энергоконсалтинга готовит точку замеров на насосной станции



2

Специалисты отдела энергоконсалтинга устанавливают переносной расходомер на трубопровод ХПВ на ВОС

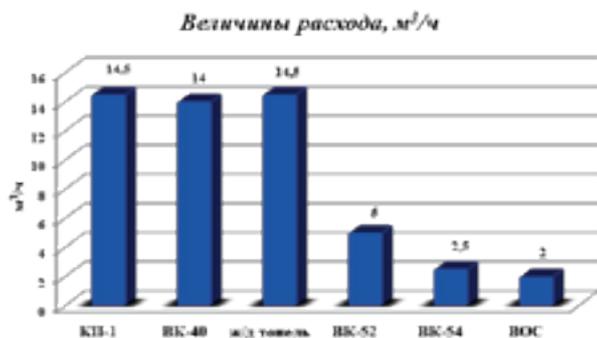


3 Изменение расхода по мере удаления от точки ввода

замеров позволяла сравнивать каждый последующий замер с предыдущим, а выявленную разницу в показаниях классифицировать как утечку.

На представленных диаграммах (рис. 3) наглядно видно, как меняется расход по трубопроводу по мере удаления от точки ввода. Учитывая, что сам трубопровод находится «на подпоре», падение расхода однозначно идентифицируется как утечка.

Сведенные в одну диаграмму результаты инструментальных измерений показывают участки, на которых происходят потери воды, и позволяют оцифровать вели-



4 Результаты инструментальных измерений показывают участки, на которых происходят потери воды

чину этих потерь (рис. 4). Анализ замеров показал, что на правом магистральном водоводе имеется две течи: на одной теряется порядка 9,5 м³/ч, на второй – 2,5 м³/ч.

После определения проблемных участков специалисты «Остек-СМТ» с помощью корреляционного течеискателя «Система по обнаружению утечек «Enigma» провели измерения для точного определения мест утечек. Система «Enigma» – это кейс-программатор и восемь виброакустических датчиков. Для обнаружения местоположения течи на концах обследуемого участка устанавливались два виброакустических датчика, которые фиксировали распространяющиеся по воде внутри трубы звуковые сигналы. Перед установкой датчики были запрограммированы на определенное время, в которое будет производиться запись шумов. После записи с помощью кейса-программатора данные были перенесены на ПК, где обрабатывались с помощью ПО, и затем строились коррелограммы. Для обработки данных и определения вероятных мест утечек на трубопроводах проводились измерения по определению длин участков трубопроводов с помощью мерного колеса (курвиметра), а также строилась масштабная схема прокладки водоводов с учетом геодезических отметок рельефа местности.

Необходимым условием обнаружения течи является достаточный уровень энергии акустического сигнала от дефекта, распространяющегося по воде на расстоянии наиболее удаленного датчика. Уровень энергии сигнала, в первую очередь, определяется энергией источника эмиссии – течью.

Ниже представлены результаты измерений корреляционным течеискателем.

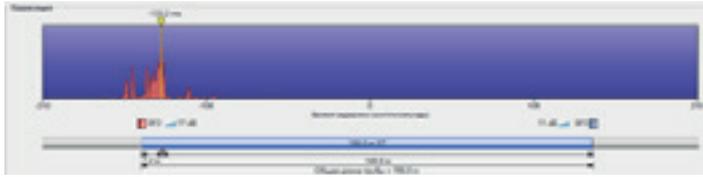
Участок правого водовода от проходного канала под ж/д путями до ВК-52



Предполагаемое место утечек: 5-8 метров от стены проходного канала в сторону ВК-52



Участок правого водовода от ВК-52 до ВК-53



Предполагаемое место утечек: 6-10 метров от ВК-52 в сторону ВК-53



Интересные данные были получены при обследовании участков трубопроводов на ответвлении от магистралей на насосную станцию. Вода поступает на НС-1 по двум водоводам Ду 300 мм, где соединяется в общем коллекторе и далее насосами перекачивается потребителям промзоны.

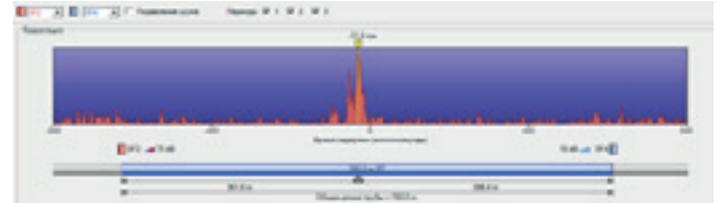
При проведении замеров один подающий трубопровод перекрывался, весь расход воды поступал по обследуемому водоводу. Измерения в камере в месте отвода от магистрали показали, что расход по каждому отдельному трубопроводу составил около $63 \text{ м}^3/\text{ч}$, при этом стационарный прибор учета на НС-1 фиксировал расход на выходе из насосной $43 \text{ м}^3/\text{ч}$. Измерения на НС-1 перед коллектором зафиксировали переток воды из левого водовода в правый в размере $6-7 \text{ м}^3/\text{ч}$. Общий объем утечки на правом водоводе составил $15-17 \text{ м}^3/\text{ч}$. Также анализ расходов в данном узле позволил вычислить перемычку между водоводами на подающих трубопроводах НС-1, по которой вода перетекала из одного трубопровода в другой. Заказчик подтвердил, что на данном участке действительно ранее был отвод на потребителя, и имелась перемычка между трубопроводами. Этот факт еще раз подтвердил правильность выбранной методики проведения обследования.

После составления фактического баланса расходов воды в узле НС-1 течеискателем «Enigma» были определены точные места утечек. Корреляционный анализ показал наличие шумов по правому водоводу на расстоянии 348-362 метра от отвода в ВК на НС-1 в магистральной камере. Важно, что измерения проводились на различных режимах работы данного участка. При работающих насосах НС-1 корреляционный анализ был осложнен «наводящими» шумами от работающих насосов противопожарного трубопровода, и при различных комбинациях шумовых фильтров пик эмиссии находился на расстоянии 90-120 метров от ВК в сторону НС-1.

Только при полном отключении насосного оборудования на НС-1 аудиторы смогли получить корректные данные.

Результаты замеров представлены ниже.

Участок правой магистрали, питающей НС-1 от ВК



В процессе работ также были выполнены измерения на отводах водосети на потребителей, проверена корректность показаний установленных у абонентов водосчетчиков. Фактов расхождений показаний коммерческих приборов учета фактическим расходам не выявлено.

После окончания работ на объекте был составлен фактический баланс транспортировки и потребления хозяйственной воды в сетях комбината, в котором четко были указаны участки со сверхнормативными потерями и дана их количественная оценка.

Итогом целевого аудита стало техническое совещание с участием главного энергетика и руководителей эксплуатирующей службы, на котором были представлены выполненные работы и отчетные материалы.

Комплексное обследование, проведенное специалистами отдела энергоконсалтинга компании ООО «Остек-СМТ», позволило заказчику получить исчерпывающую информацию о состоянии всей магистральной системы снабжения предприятия хозяйственно-питьевой водой и ее отдельных элементов. При этом все выводы основаны на фактических параметрах работы сети, полученных в результате инструментального обследования. Замеры расходов воды на магистралях и каждом отводе потребителя дали реальную картину состояния трубопроводов, обозначили места сверхнормативных потерь. Точное указание расстояний от ближай-

ших камер и колодцев до мест утечек и их визуализация на местности даст возможность ремонтной службе комбината в теплый период года полностью устранить выявленные сверхнормативные потери.

Обследуемое предприятие за последние годы реализовало несколько масштабных инвестиционных проектов, ввело в строй новые и модернизировало существующие производственные мощности. Инженерная инфраструктура постоянно обновляется, становится современной, высоконадежной и энергоэффективной. Эксплуатационный и управленческий персонал совершенствуется, участвуя в корпоративных программах повышения квалификации, осваивая самые современные образцы отраслевого оборудования, применяя на практике передовые технологии и инженерные решения. Работать с такими высококомпетентными специалистами иногда трудно, но всегда интересно. Для нашей компании большая честь выполнять работы и оказывать инженерные услуги на промплощадке комбината. И важно, что по результатам проведенного целевого аудита начато обсуждение следующих проектов – целевых обследований централизованной пневмосистемы и тепловой сети предприятия.