

Цифровизация малой теплоэнергетики в современных условиях. Миф или реальность?

Л.В. Гурьянов, к.т.н.,

доцент каф. МОиПЭВМ Пензенского государственного университета

А.Ю. Угреватов, к.т.н., технический директор ООО НПФ «КРУГ»

А.Н. Куликов, зам. начальника департамента проектирования ООО НПФ «КРУГ»

В статье анализируются проблемы малой теплоэнергетики. Рассматривается метод комплексной автоматизации котельных как наименее затратный в условиях недостаточности инвестиций в данную отрасль, но дающий быстрый эффект и позволяющий решить имеющиеся проблемы.

По оценкам Института статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ, спрос российского топливно-энергетического комплекса на передовые цифровые технологии в ближайшее десятилетие может вырасти в 13,5 раза (с 30,7 млрд руб. в 2020 г. до 413,8 млрд руб. в 2030 г.). Об этом НИУ ВШЭ сообщила 20 января 2022 года.

Кроме того, с момента введения санкций в отношении нашей страны со стороны ряда «недружественных» государств и, как следствие, отказа от поставок и работы на российском рынке целого ряда зарубежных вендоров в области промышленной автоматизации, ожидается увеличение спроса именно на отечественные решения, то есть есть шанс, что уже избитый за последнее время термин «импортозамещение» примет тот правильный смысл, который все от него ждут.

Что же мешает процессу цифровизации малой теплоэнергетики в настоящее время, несмотря на такие радужные прогнозы?

Осложняет развитие цифровизации ТЭК использование значительного количества устаревшего оборудования, разработанного на предшествующем этапе развития техно-



Рис. 1. Оборудование котельной

логий – в середине и конце прошлого века. Значительная степень износа этого оборудования была неоднократно подтверждена на самых разных уровнях. Она очевидна всем, кто сталкивается с коммунальной сферой на местах. Проблема усугубляется тем, что пока решение по модернизации не разработано, ситуация не стоит на месте, и износ лишь возрастает. К большому сожалению, на уровне госполитики цель «модернизация инфраструктуры» не скорректирована с целью «цифровизация». На сегодняшний день нет ни одного нормативно-правового акта, который бы увязывал достижение двух этих целей. [1]

Препятствием для цифровизации ТЭК также является снижение квалификации персонала, обслуживающего технологическое оборудование, и нехватка квалифицированных специалистов в сфере ИТ: на местах недостаточно специалистов нужного уровня. Негативно сказывается и тот факт, что выполнение проектов, связанных с цифровизацией производства, часто заканчивается на уровне автоматизации лишь одного из процессов, что в конечном итоге не дает ожидаемого эффекта.

Поможет ли импортозамещение внедрению цифровизации?

Российская энергетика на фоне некоторых других подотраслей ТЭК еще до введения полномасштабных санкций активно пользовалась наработками отечественного рынка автоматизации. Российские производители средств промышленной автоматизации с живым интересом следили и следят, как за комплементарными рынками (прежде всего – программного обеспечения), так и за потребностями заказчиков, в том числе энергетиков. Энергетические компании с государственным участием одними из первых сформировали запрос на отечественный софт и оборудование для промышленной автоматизации. Соответственно, крупные компании-интеграторы уже давно и безуспешно занимаются такими разработками. С начала проведения специальной военной операции (СВО) к энергетикам государственным стали подтягиваться и негосударственные, что само по себе неплохо, поскольку их доля на рынке весьма существенна.

Доля ранее внедренных зарубежных ИТ-решений все еще высока, хотя рынок уже предлагает и отечественные аналоги. В некоторых случаях они не на 100% дотягивают пока до уровня иностранных конкурентов. Но без внешней помощи у них и не будет шансов, ведь исследования и разработки стоят немалых денег, которые никто не вкладывает без прогноза на стабильный заказ [2]. Государство в настоящее время пытается через госфонды (РФРИТ, ФСИ) организовать финансирование этих доработок, в т.ч. с использованием таких механизмов, как Индустриальные центры компетенций (ИЦК) и Центры компетенций по развитию российского общественного и прикладного программного обеспечения (ЦКР). Насколько будут успешны такие начинания – покажет время...

Таким образом, технологически перевооружать предприятия отрасли сложно и дорого, а перспективы получения персонала с высоким уровнем компетенций для работы с новыми технологиями, достаточно туманны.

Конкретизируем рассмотренные проблемы в области малой теплоэнергетики:

- Физическое и моральное устаревание оборудования малых котельных зачастую приводит к технологическим нарушениям, а иногда и к авариям, и, как следствие, все это приводит к недоотпуску тепловой энергии потребителям.

- Неоптимальная работа котельной в целом приводит к неэффективному, а порой и небезопасному режиму эксплуатации технологического оборудования и всего технологического процесса. Перерасход топлива и электроэнергии из-за избыточных мощностей оборудования котельной и отсутствие автоматического регулирования процессов самым негативным образом влияют на рентабельность теплоснабжающего предприятия.

- Неоптимальное ведение режимов оборудования приводит к преждевременному износу и старению оборудования, что требует дополнительных затрат на ремонт и замену оборудования.

- Отсутствие частотно-регулируемых преобразователей (ЧРП) насосов и тягодутьевых механизмов приводит к перерасходу электроэнергии.

- Инерционный характер подачи теплоносителя по текущим погодным условиям. Ручное регулирование работы котельной по температурному графику ведет либо к недоотпуску тепла или к перетопу, что, как следствие, ведет к санкциям со стороны местных властей и перерасходу топлива.

- Отсутствие электрических приводов запорной арматуры на крупных котельных негативным образом сказывается на надежности управления оборудованием из-за невозможности своевременно отключить аварийные агрегаты.

- Значительное влияние человеческого фактора при ручном управлении оборудованием.

В условиях недостаточности инвестиций в данную отрасль следует искать наименее затратные, но дающие быстрый эффект методы, позволяющие решить имеющиеся проблемы.



Рис. 2. Шкафы автоматики в помещении котельной

Один из таких методов – комплексная автоматизация котельных

В зависимости от типа котельной, ее установленной мощности, подключенных к ее сетям потребителей применяется несколько путей решения задач автоматизации:

1. модернизация и автоматизация существующего оборудования котельной с постоянным обслуживающим персоналом, включающая полную замену морально устаревших КИПиА, замену запорно-регулирующей арматуры с приводом, внедрение АСУ ТП котельной, организация учета энергоресурсов;

2. установка малых энергоэффективных котельных (рис. 1), способных функционировать без постоянного присутствия обслуживающего персонала (безлюдные технологии), включая установку малых котлов максимальной заводской готовности, организацию учета энергоресурсов, установку систем контроля загазованности, охранно-пожарных систем и объединение всех вышеперечисленных систем в единую экосистему с возможностью удаленного контроля и управления.

В первом случае осуществляется частичная замена вспомогательного оборудования, глубокая модернизация органов управления котлоагрегатами с внедрением автоматизированной системы управления всей котельной. В таких проектах, как правило, подлежит замене вся запорная и регулирующая арматура, а если таковой нет, то объект дооснащается ею согласно современным техническим требованиям. Подлежит замене тягодутьевое и насосное оборудование, управление которым наиболее эффективно осуществлять с помощью частотно-регулирующих преобразователей. Общее управление всем оборудованием котельной осуществляется контроллерами (промышленными компьютерами), информация с которых будет отображаться на автоматизированных рабочих местах и диспетчерских пунктах, которые могут быть размещены и на удалении от объекта управления.

Во втором случае необходимо осуществить либо диспетчеризацию существующего оборудования малых котельных, либо его полную замену для обеспечения возможности удаленного контроля и управления с целью эксплуатации котельных в наиболее оптимальных режимах. В данном случае проектирование полевого уровня будет



Рис. 3. Контроллер DevLink-C1000 в шкафу управления котельной

минимальным, так как современные малые котлы поставляются производителем в максимальной готовности к эксплуатации и оснащены, как правило, собственной локальной системой управления с возможностью управления агрегатом дистанционно, внешней системой, с помощью физических сигналов или стандартных цифровых интерфейсов.

Зачастую (особенно в случае малых котельных) могут применяться так называемые «безлюдные технологии», когда все управление оборудованием и сбор информации с систем учета ресурсов и систем безопасности (таких как охранная сигнализация, система контроля загазованности помещения котельной, пожарная сигнализация) осуществляется единой системой, управляемой удаленно, из диспетчерского пункта. Это позволяет не содержать на каждой котельной обслуживающий персонал – достаточно организовать оперативно-выездные бригады (ОВБ), которые будут выполнять плановые обслуживания и выезжать на аварийные происшествия, которые невозможно устранить удаленно.

При таком подходе автоматизированная котельная должна выполнять следующие основные функции:

- автоматическое управление оборудованием котельной, погодное регулирование подачи теплоносителя потребителю, поддержание заданного давления, реализация систем противоаварийных защит и технологических блокировок;
- диспетчерский удаленный контроль режимов работы котельной и отдельных ее участков, сигнализация срабатывания превышения уставок технологических параметров;
- автоматизированный комплексный учет потребления всех видов энергоресурсов, оперативное получение данных со счетчиков газа, тепловычислителей, счетчиков холодной воды, электросчетчиков;
- оперативный контроль над техническим оборудованием и средствами автоматизации.

Рассмотрим внедрение комплексной автоматизации группы котельных на примере автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) котельных МУП «Покровск-Тепло» Энгельсского муниципального района Саратовской области», крупнейшего регионального

поставщика тепловой энергии и горячей воды. АСДУ охвачено 50 котельных предприятия.

АСДУ внедрена на базе программно-технического комплекса КРУГ-2000® (ПТК КРУГ-2000) с применением промышленных контроллеров DevLink®-C1000.

Цели и задачи автоматизации

Основной целью внедрения АСДУ являлось существенное снижение издержек производства тепловой энергии и горячей воды при одновременном снижении количества аварий и остановов оборудования, т.е. повышение общей рентабельности предприятия.

Отличительной особенностью принятого технического решения стал переход от локальной автоматики к комплексной автоматизации с использованием современных подходов промышленного интернета вещей (IIoT). В результате удалось построить полноценную систему диспетчерского управления территориально распределенными объектами.

Архитектура системы

АСДУ котельных МУП «Покровск-Тепло» имеет три уровня:

- Первый уровень представлен различными датчиками, исполнительными механизмами, локальной автоматикой малых котельных и приборами учета энергоресурсов, установленными в шкафах приборов учета на котельных (рис. 2).
- на втором уровне – контроллеры Devlink-C1000 (рис. 3), к которым по физическим каналам подключены датчики и исполнительные механизмы, а по цифровым интерфейсам RS-485 подключены приборы учета и иные интеллектуальные устройства. Контроллеры имеют встроенный GSM-модуль с поддержкой двух Sim-карт («горячий» резерв канала связи), который обеспечивает надежный канал связи с удаленным диспетчерским пунктом.
- Третий уровень – Сервер сбора и отображения данных (СБД). СБД опрашивает контроллеры через сеть Internet с соблюдением целого ряда мер по обеспечению информа-

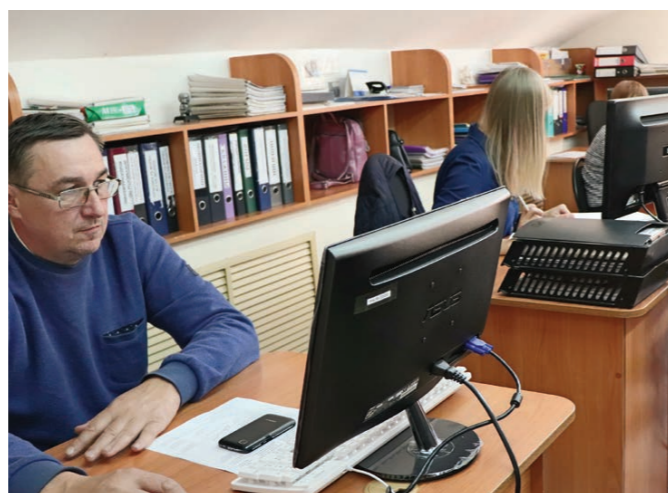


Рис. 4. Центральный диспетчерский пункт МУП «Покровск-Тепло»

ционной безопасности (закрытая VPN-сеть, программный Firewall, шифрование трафика).

В ходе внедрения системы был организован Центральный диспетчерский пункт (ЦДП) (рис. 4), сотрудники которого получают в режиме реального времени полную и достоверную информацию о ходе технологического процесса на каждой котельной. Местный оперативный и оперативно-ремонтный персонал в большинстве своем был заменен оперативно-выездными бригадами (ОВБ), в ведении которых была уже не одна, а целая группа котельных. Сотрудники ОВБ не «дежурят» на котельных, а выезжают на них для проведения обслуживания в соответствии с графиками планово-предупредительных ремонтов (ППР), составленными с учетом поступающей от системы автоматизации диагностической информации. Это позволяет максимально приблизиться к выполнению ремонтов «по состоянию» и продлить ресурс эксплуатируемого технологического оборудования.

Результатом такой планомерной политики стало значительное сокращение издержек, и предприятие, которое много лет было убыточным, смогло существенно улучшить свои экономические показатели. В частности, только за счет сокращения обслуживающего и оперативного персонала (с 210 до 70 человек) удалось увеличить производительность труда в три раза.

Кроме того, путем оптимальной настройки локальной автоматики и объединения ее в единую диспетчерскую систему, а также путем замены неэффективного технологического оборудования, удалось достичь следующих показателей:

- 21% экономии удельного потребления электроэнергии, в том числе затрачиваемой на питание приводов насосов собственных водозаборов путем установки ЧРП и подключения их к системе диспетчеризации
- в 10 раз сокращен расход воды на подпитку
- 17% экономии газа за счет оптимизации режима горения, работы строго по температурному графику, а также разработки и внедрения режимов подачи тепла: «ночных», «дневных» и «выходного дня»
- 11% экономии эксплуатационных затрат
- улучшение качества и надежности теплоснабжения (количество жалоб потребителей уменьшилось в 10 раз).

Особенности системы

Во многом данный проект стал успешным из-за возможностей, предоставляемых пользователям промышленным контроллером DevLink-C1000, причем наибольший эффект достигается при его использовании совместно со SCADA КРУГ-2000®. Для обмена информацией между SCADA-системой и контроллерами используется специализированный протокол обмена, позволяющий работать на медленных и ненадежных каналах связи. Данный протокол поддерживает не только работу в условиях неустойчивой связи, но и осуществляет восстановление архивной информации на серверах БД системы при обрывах связи с контроллерами DevLink-C1000 путем считывания архивов, хранящихся на контроллерах. После восстановления связи диспетчер обладает полной информацией о событиях, произошедших на объекте во время ее отсутствия.

Специальные программные модули обеспечивают

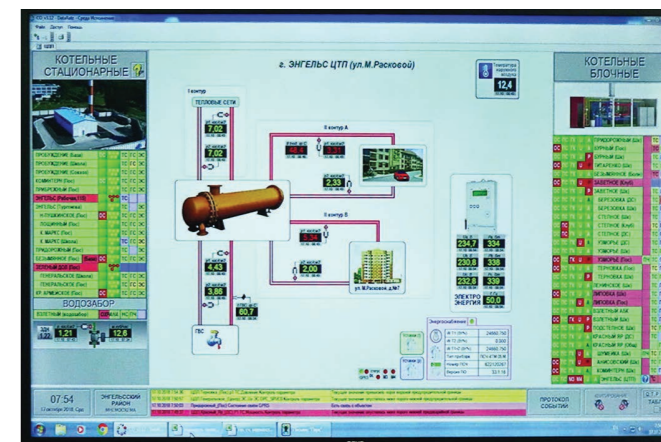


Рис. 5. Пример мнемосхемы

работу как со статическими (в закрытой VPN-сети), так и с динамическими IP-адресами с поддержкой шифрования трафика. Программный Firewall защищает DevLink-C1000 от проникновения в них вредоносных программ, что является немаловажным фактором, обеспечивающим кибербезопасность системы.

Наличие в составе контроллеров модуля GSM с двумя SIM-картами позволяет организовать автоматическое резервирование каналов связи с контроллерами в различных сочетаниях (GSM/GSM, GSM/Ethernet, Ethernet/GSM и т.д.) без использования дополнительного оборудования в шкафу автоматизации, что особенно актуально на удаленных объектах, где чаще возможны сбои в каналах связи.

Несмотря на то, что контроллеры DevLink-C1000 – бюджетное решение, разработанное специально для задач диспетчеризации, их программное обеспечение обладает полным набором инструментов для создания самых сложных алгоритмов управления. Контроллеры DevLink-C1000 успешно работают в достаточно тяжелых условиях эксплуатации и позволяют организовывать различные схемы резервирования, повышающие их надежность.

ПТК КРУГ-2000 и Контроллер DevLink-C1000 внесены в реестр отечественной промышленной продукции Минпромторга РФ (ПП РФ №719 от 25.07.2015), а специализированное программное обеспечение SCADA КРУГ-2000 и система реального времени контроллеров (СРВК) DevLink-C1000, входящие в состав ПТК, внесены в реестр отечественного ПО Минцифры РФ.

Литература

1. Шехтман М.Б. Модернизация + Цифровизация + Стандартизация = интегрированный подход к трансформации коммунальной инфраструктуры [электронный ресурс: <https://energiavita.ru/2021/11/02/modernizaciya-cifrovizaciya-standartizaciya-integrirrovannyj-podhod-k-transformacii-kommunalnoj-infrastruktury/>]
2. Шехтман М.Б. Промышленная автоматизация в энергетике и импортозамещение [электронный ресурс: <https://energiavita.ru/2020/11/21/mihail-shehtman-promyshlennaya-avtomatizaciya-v-ehnergetike-i-importozameshchenie/>]