

**РЕКОМЕНДАЦИИ**

по реализации ключевых проблем энергосбережения в коммунально-энергетическом комплексе Ростовской области.

**Часть 1**

Комплекс производства и транспортировки тепловой энергии.

Кто освоит энергосберегающие технологии, тот будет иметь горы хлеба и бездну могущества.  
К. Циолковский.

Все имеющиеся программы муниципальных образований, энергетических и коммунальных предприятий на удивление однообразны. Приведенные в них данные по потенциалу энергосбережения, прогнозируемые достижения по энергоэффективности ориентированы на данные федерального закона № 261-ФЗ от 23 ноября 2009 года, а не на реальность их достижения в данном регионе, муниципальном образовании, на конкретном предприятии. Создается впечатление, что программы не разрабатывались, а составлялись для формального выполнения требований указанного федерального закона, а не для их реализации.

В программах нет предложений и рекомендаций по реальному финансовому обеспечению их выполнения.

Кроме этого не отражены ключевые проблемы, решение которых позволит повысить энергоэффективность с минимальными затратами с их окупаемостью в течение 1-1,5 лет.

Определить ключевые проблемы по каждому предприятию коммунально-энергетического комплекса можно по результатам качественного, профессионального энергетического обследования с обязательным предоставлением технического отчета и ранжированием энергосберегающих мероприятий на основе экономических показателей, причем окупаемость затрат (как показатель эффективности) на реализацию должна быть основой ранжирования. Для определения ключевых проблем, разработки проблемно ориентированной программы энергосбережения в коммунально-энергетическом комплексе с разработкой реальных финансовых схем ее реализации Центром был выполнен анализ фактического потребления первичных энергоносителей в системах производства и транспортировки тепловой энергии и системах водоснабжения и водоотведения по всем муниципальным образованиям и городским округам области.

#### 1. Комплекс производства и транспортировки тепловой энергии.

На территории Ростовской области эксплуатируется 3539 котельных с общим количеством котлов – 7654 шт. Протяженность тепловых сетей составляет 2446 км. в двухтрубном исчислении.

Анализ данных состояния теплоэнергетического оборудования систем производящих и транспортирующих тепловую энергию для нужд жилищного хозяйства и других потребителей показал, что 2810 систем не имеют водоподготовки, что в первую очередь сказывается на эффективности систем теплоснабжения.

Опыт эксплуатации тепловых систем показал, что толщина накипи в 1,0 мм на внутренних поверхностях котлового оборудования, тепловых сетей влечет за собой увеличение потребления топлива на 10-12% по отношению к нормативному потреблению, повышенный расход электроэнергии сетевыми насосами на 8-10% из-за увеличения гидравлического сопротивления. Такое положение приводит к снижению теплопередачи на внутридомовых тепловых сетях и в конечном итоге к перерасходу топлива и электрической энергии.

При проведении обследований состояния внутренней поверхности нагрева котловых агрегатов и тепловых сетей городских округов области были замерены толщины накипи и

солевых отложений в системах работающих без водоподготовки. Толщина накипи и солевых отложений колеблется в пределах от 3 до 30 мм.

Перерасход топлива на производство и транспортировку тепловой энергии, зависящей в первую очередь от качества сетевой и подпиточной воды составляет по системам теплоснабжения работающим без водоподготовки 148,4 тысяч тонн условного топлива (т.у.т) в год. Наибольшие величины перерасхода топлива зарегистрированы в г. Шахты, Каменск-Шахтинск, Ростов-на-Дону, Донецк, Новочеркасск, Гуково, Азов, Таганрог, Новошахтинск, Аксайский, Белокалитвинский, Красносулинский, Морозовский, Октябрьский, Азовский районы.

Перерасход топлива зарегистрирован по системам теплоснабжения в 48 городских округах и муниципальных образованиях Ростовской области. Основные проблемы возникающие из-за некачественной подготовки воды в системах теплоснабжения:

- накипеобразования на внутренних поверхностях нагрева котловых агрегатов;
- кислородная и углекислотная коррозия металла в котловых агрегатах, тепловых магистральных, разводящих и внутридомовых сетях;
- железно-окисные, солевые отложения в магистральных, разводящих и внутридомовых сетях.

В настоящих рекомендациях при расчете экономической эффективности учитывались затраты, которые устраняются при достижении безнакипного режима эксплуатации с минимальной скоростью коррозии металла:

- снижение расхода топлива
- снижение расхода электроэнергии сетевыми насосами
- исключение затрат на очистку котлового и теплообменного оборудования
- увеличение сроков службы котельного оборудования
- снижение затрат на перекладку тепловых сетей и ремонт котельного и теплообменного оборудования.

Для выбора современного метода подготовки сетевой, подпиточной и питательной воды в системах теплоснабжения Центром был проведен анализ применения классических и современных методов обработки воды с учетом зависимости цена-качество, окупаемость затрат, простоты и стоимости эксплуатации применяемых методов.

Классическая (стандартная) водоподготовка (Na – катионирование + деаэрация).

Технология умягчения воды (Na – катионирование) требует установки сложного, громоздкого, металлоемкого оборудования, требуемого постоянного контроля за его режимной работой, целого комплекса затрат на его эксплуатацию и ряда сопряженных затрат, связанных как с неэкологичностью данной технологии, так и с не достижением целей, стоящих перед данным способом подготовки воды.

Эти цели:

- обеспечение безнакипного режима работы теплоэнергетического, теплообменного оборудования;
- снижение коррозионной активности подпиточной, питательной и сетевой воды, а соответственно и уменьшение коррозионной повреждаемости оборудования, магистральных и внутридомовых сетей.

Первая цель не может быть достигнута, поскольку Na-катионирование предназначено только для уменьшения общей жесткости.

Однако при этом методе (Na-катионирование) другие факторы накипеобразования (высокое значение щелочности, высокое содержание силикатов) не устраняются. Более того, поляризация воды ХВО, провоцирует увеличение коррозионной активности воды, что приводит к преждевременному выходу сетей из строя и забиванию отложениями - продуктами коррозии. Таким образом, если обеспечивается отсутствие накипи в котлах, теплообменниках, то происходит интенсивная коррозия и выпадение железа во внутридомовых сетях (места с худшей циркуляцией), магистральных трубопроводах.

Комплекс прямых затрат на ХВО включает в себя:

- Затраты на соль для регенерации фильтров;
- Затраты на воду для собственных нужд ХВО: взрыхление, приготовление раствора соли, промывку фильтров от продуктов регенерации;
- Затраты на катионит (первичная и ежегодная досыпка);
- Затраты на электроэнергию, потребляемую насосами исходной воды в процессе регенерации;
- Экологические платежи - за сброс солевых стоков;
- Стоимость оборудования ХВО.

Na-катионирование имеет ряд технологических недостатков:

1. Относительно высокий расход соли на регенерацию фильтров.
2. Большая трудоемкость процесса регенерации (приготовления раствора соли).
3. Водоподготовка умягчения методом Na-катионирования пассивна к имеющимся или вновь образовавшимся накипи и отложениям в котлах, в разводящих и внутридомовых сетях. (Накипь постепенно накапливается, что приводит к снижению КПД и очистке котлов, замене внутридомовых сетей).
4. Данная водоподготовка не устраняет факторы коррозии. Более того, катионитная матрица дополнительно поляризует воду и увеличивает её коррозионную активность.
5. Большой расход воды на собственные нужды ХВО (регенерация) с последующим сбросом солевых стоков и промывочных вод в канализацию.

Как противокоррозионное мероприятие применяется деаэрация, что частично устраняет лишь коррозию, связанную с растворенным кислородом и свободной углекислотой.

Деаэрация имеет ряд недостатков:

1. Сложность в наладке.
2. При периодической работе (длительные отключения котла, периодическая подача воды и пр.) технологическая эффективность не достигается.
3. При подаче деаэрированной воды в открытые емкости запаса хим. подготовленной воды эффект деаэрации теряется.
4. Технологическая эффективность достигается лишь при строго ограниченной температуре, для этого требуется:
  - установка дополнительных теплообменников для качественного подогрева исходной воды перед деаэратором;
  - организация внутреннего контура «котел-теплообменник» для подогрева воды. Это вызывает дополнительный расход электроэнергии;
  - до 0,5-5% тепловой энергии каждого работающего котла потребляется на подогрев воды для нужд деаэрации.
5. Деаэрация устраняет из воды только кислород и свободную углекислоту, не устраняются другие существенные факторы коррозии:
  - высокое среднее суммарное содержание анионов-активаторов коррозионных процессов сульфатов и хлоридов, При суммарном содержании сульфатов и хлоридов выше 50 мг/дм<sup>3</sup> происходит интенсивное разрушение защитной окисной пленки, образующейся на поверхности металла при его взаимодействии с водой, снижающей его дальнейшее коррозионное разрушение
  - низкое значение pH исходной воды (норма 8,3) увеличивает равномерную коррозию на поверхностях теплоэнергетического оборудования и водоводов
  - не устраняется локальная коррозия связанная с разложением в котлах при нагреве гидрокарбонатов с выделением CO<sub>2</sub>.

Таким образом, использование схем подготовки подпиточной и питательной воды – подготовленная вода (умягченная Na-катионирования + деаэрация), эффективна в плане подавления только карбонатно-кальциевого вида накипеобразования, и неэффективна в плане устранения других видов накипи (железно-оксидная, карбонатно-сульфатные, силикатные), не устраняет причины коррозии, зависящие от химического состава воды указанные в п.5.

Центром проведен анализ данных по применению современных методов водоподготовки в системах теплоснабжения, внедренных и эксплуатируемых с 2001 по 2012 год на 25 ТЭЦ, ГРЭС, на 32 объектах ОАО «Газпром», на 9 ТЭЦ ОАО «Энергомашкарпорация», на 300 ведомственных котельных Минобороны, ФСБ, РЖД, на 100 объектах промышленных предприятий, на более чем 1200 системах коммунальной теплоэнергетики в Ростовской, Тюменской, Кемеровской, Астраханской областях, Краснодарском крае, Кабардино-Балкарской республике, Республике Северная Осетия Алания.

В Ростовской области современная водоподготовка внедрена в системах теплоснабжения Матвеево-Курганского, Неклиновского, Тарасовского р-на, в г. Каменск-Шахтинск, Таганрог, на более чем 30 промышленных предприятиях, всего на 164 объектах теплоэнергетики.

На всех, более чем 1700 объектах, системах теплоснабжения была внедрена стабилизационная обработка сетевой, подпиточной и питательной воды комплексонатами (ингибиторами, реагентами) ОПТИОН 313-2 и ЭКТОСКЕЙЛ 450-2 производимых ООО «Экоэнерго» в г. Ростове-на-Дону.

Применение данной технологии производится в соответствии с «Типовой инструкцией по применению ингибиторов накипеобразования и коррозии в технологических процессах подготовки воды для питания паровых котлов, подпитки водогрейных котлов, тепловых сетей в системах коммунального теплоснабжения и ГВС». Согласовано Федеральным Горным и промышленным надзором России письмо №12-06/1052 от 24.11.2003 г.

Согласно п. 2,3. указанной Типовой инструкции: «В закрытых системах теплоснабжения, открытых системах теплоснабжения и системах горячего водоснабжения» ингибиторы могут применяться:

- при отсутствии деаэрации или неудовлетворительной работе деаэрационной установки;
- при отсутствии водоподготовки;
- при наличии накипи и отложений (карбонатно-кальциевых, сульфатно-карбонатных, железо-оксидных, смешанных и т.п.) в трубных системах котлов, трубопроводах тепловых сетей, внутридомовых системах отопления свыше 0,2 мм, образовании шлама в котлах;
- при гидравлическом сопротивлении (перепаде давления) водогрейного котла выше нормативного, уменьшении расхода воды через котел;
- при скорости коррозии в котлах, трубопроводах тепловых сетей и внутридомовых систем отопления выше 0,085 мм/год.

Достижимая степень защиты при внедрении указанной технологии стабилизационной обработки воды:

- Скорость протекания коррозии не превышает 0,08 мм в год.
- Скорость образования накипи и отложений не превышает 0,20 мм в год.

Обладая высокой степенью автоматизации, данная технология не требует постоянного контроля со стороны эксплуатационного персонала, дозирующее оборудование работает в автоматическом режиме.

Обработка воды реагентами позволяет размягчить и плавно, постепенно отмыть ранее образовавшуюся накипь на поверхностях нагрева теплоэнергетического оборудования, железо- оксидные отложения в сетях, при этом исключаются все затраты сопутствующие применению стандартной ХВО.

Достигается экономия за счёт:

- Исключения затрат на перерасход топлива до 15%;
- Исключения перерасхода электроэнергии сетевыми насосами до 10%;
- Исключения затрат на химическую промывку (очистку) теплоэнергетического оборудования на 100 %;
- Снижения затрат на ремонт, частичную или полную замену теплоэнергетического оборудования, теплотрасс
- Исключения экологических платежей за сбросы на 100%;
- Снижение потерь сетевой воды.

ОПТИОН 313-2 или ЭКТОСКЕЙЛ 450-2 — химические реагенты, предотвращающие накипеобразование и коррозию.

Основные свойства реагентов:

- защита от накипеобразования;
- ингибирование коррозии вызванной высоким содержанием кислорода, углекислоты, сульфатов и хлоридов, низким значением pH;
- плавная отмывка старых отложений по всей системе от точки производства до потребителя (как карбонатно-кальциевых, так и железо-оксидных);
- высокое значение ПДК позволяет проводить обработку воды как закрытой, так и открытой системы теплоснабжения и ГВС;
- температура термической устойчивости реагентов—210°С (имеется промышленный опыт работы с температурой теплоносителя 185 °С).
- рекомендован СанПиН 2.1.2496-09 к применению в воде систем горячего водоснабжения, открытых системах теплоснабжения.

Технология реагентной водоподготовки заключается в дозировании в подпиточную и сетевую воду водогрейных котлов систем теплоснабжения специальных реагентов - ОПТИОН- 313-2 или ЭКТОСКЕЙЛ-450-2, предотвращающих накипеобразование и коррозию. Дозирование осуществляется с целью поддержания постоянной заданной концентрации реагента в воде, чем обеспечивается безнакипный режим с минимальной коррозией.

Для поддержания необходимой концентрации реагента в подпиточной воде систем теплоснабжения, предлагается установить автоматические установки дозирования. Данная установка дозирования, позволяет обработать пропорционально объем воды проходящий на подпитку. Дозирование осуществляется как в автоматическом, так и в ручном режиме.

В автоматическом режиме: при прохождении через водомер (расходомер) заданного объема подпиточной воды автоматически на определенное время включается насос-дозатор и подает необходимое количество реагента для поддержания его постоянной концентрации в обрабатываемой воде.

Технические характеристики дозирующего оборудования.

Максимальная производительность по подаче, рабочего раствора - 8 л/час

Емкость бака - 100 л.

Количество насосов дозаторов - 1 шт.

Насос-дозатор: ЭКО-1 - 1шт.

Максимальное давление нагнетания - 10 кгс/ск:

Производительность насоса-дозатора - до 8 л/час

Мощность соленоида - 50 Вт. Исполнение общепромышленное.

Габаритные размеры установки:

Длина x Ширина x Высота, не более

512 x 512 x 1180 мм

Масса, не более 30 кг.

Электрические характеристики установки:

Номинальное напряжение на герконовом датчике, В	3
Номинальное напряжение на электродах блока уровня, В	0,1
Напряжение питания от однофазной сети переменного тока 50Гц, В	220+10%
Потребляемая мощность, Вт	50

Применение реагентов и дозирующего оборудования осуществляется на основании:

- СанПиН 2.1.2496-09 (Изменение к СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества");
- Сертификата соответствия на комплексонат ЭКТОСКЕЙЛ-450-2 ТУ 2439-06-24210860-2007 № РОСС RU.AE81.H03191 от 02.12.2010 г.
- Методических указаний по стабилизационной обработке подпиточной воды систем теплоснабжения, водогрейных котлов реагентами «ОПТИОН-313» и «ЭКТОСКЕЙЛ-450» МУ 1-322-03;

Согласованы Федеральным Горным и промышленным надзором России письмо № 12-06/832 от 18.09.2003г;

- Типовой инструкции по применению ингибиторов накипеобразования и коррозии в технологических процессах подготовки воды для питания паровых котлов, подпитки водогрейных котлов, тепловых сетей в системах коммунального теплоснабжения и ГВС.

Согласована Департаментом Госэнергонадзора Минэнерго России (письмо № 32-10-11/1732 от 11.12.2003).

Согласована ЗАО «Рокоммунэнерго» (письмо №14-619/2 от 19.11.2003).

Согласована Ростехнадзором России (письмо № 12-06/1052 от 24.11.2003).

- Сертификата соответствия на установку дозирования ЭКНИТЭК (EKNITEX) №С-RU.AN14.B.02605 TP 0969383 от 17.10.2011г.
- Свидетельства о государственной регистрации на установку дозирования «ЭКНИТЭК» (EKNITEX) с приложением RU.40.01.05.013.E.005995.11.11. от 21.11.2011г.

По фактическим данным экономический эффект от внедрения стабилизационной обработки воды реагентами ОПТИОН 312-2 и ЭКТОСКЕЙЛ 450-2 на указанных системах теплоснабжения составляет 449 млн. рублей в год, в т.ч. по объектам Ростовской области 64,0 млн. рублей в год. Окупаемость затраченных средств на внедрение стабилизационной обработки воды составила, в среднем – 1,2 года.

В 2012 году Центром разработано ТЭО по внедрению стабилизационной обработки воды указанными реагентами по 116 системам теплоснабжения (119 котельных) Ростовской области по Веселовскому, Шолоховскому, Егорлыкскому, Заветинскому, Октябрьскому, Константиновскому, Матвеево-Курганскому, Неклиновскому,

Пролетарскому, Тарасовскому, Тацинскому, Усть-Донецкому, Целинскому, Мясниковскому районам, г. Таганрог и Новошахтинск.

Затраты на внедрение составляют 39,8 млн. рублей, окупаемость затрат 1,5 года. Если рассматривать потенциал энергосбережения на базе уже достигнутых результатов и разработанного ТЭО, то он составляет по области только по данному направлению 1,1 млрд. рублей.

По заключению Всероссийского теплотехнического института им. Дзержинского (г. Москва) стоимость подготовки подпиточной, питательной и сетевой воды указанными реагентами в 10 раз ниже стоимости подготовки Na-катионированием.

Согласно данным мониторинга потребления электрической энергии на производство и транспортировку тепловой энергии в системах коммунального теплоснабжения превышает нормативную величину (20 кВт. ч на 1 Гкал) на 269,6 млн. кВт. ч в год. Наибольшее значение перерасхода электрической энергии сложилось в системах теплоснабжения г. Новочеркасск, Ростов-на-Дону, Шахты, Аксайском, Балокалитвенском, Миллеровском, Сальском районах.

Перерасход электрической энергии в системах теплоснабжения зафиксирован в 46 городских округах и муниципальных образованиях области. Такое положение сложилось по трем причинам:

1. Повышенное гидравлическое сопротивление в коллекторных, разводящих и внутридомовых тепловых сетях из-за образования накипи и солевых отложений.
2. Мощности насосных агрегатов и электроприводов в системах теплоснабжения установлены не по значениям необходимого фактического расхода и давления теплоносителя.
3. Изношенности насосного и электрического оборудования.

Для разработки рекомендаций по решению проблем экономии электрической энергии в системах коммунального теплоснабжения Центром проведен анализ результатов работы по 52 системам теплоснабжения области. До внедрения энергосберегающих насосных агрегатов и электроприводов в эксплуатации систем использовались насосные агрегаты типа К. ЦНЦ, ВК с общей установленной мощностью 433,5 кВт. По указанным 52 системам теплоснабжения была разработана проектно-сметная документация и реализована замена фактически эксплуатируемых насосных агрегатов и электроприводов на насосное и электрическое оборудование фирмы Грундфос с учетом фактически необходимых параметров по расходу и давлению теплоносителя. Установленная мощность предложенного оборудования составила 79,2 кВт, т. е. снижение по установленной мощности составило в 5,5 раза по сравнению с ранее эксплуатируемым.

Потребление электрической энергии в указанных системах теплоснабжения до установки насосного и электрического оборудования фирмы Грундфос составило за отопительный сезон 2470000 кВт.ч после установки – 418412 кВт.ч, т.е. снижение электрической энергии составило 5,9 раза.

Замена насосного и электрического оборудования систем теплоснабжения проводилась без применения частотно-регулируемого привода.

Общее потребление электрической энергии на производство и транспортировку тепловой энергии по 3539 системам коммунального теплоснабжения области составляет 489,6 млн. кВт.ч в год.

Для того, что бы выйти на нормативные показатели необходимо снизить потребление электрической энергии в 2,2 раза. При разработке проектно-сметной документации необходимо учитывать, что экономический эффект достигается до 2,5 раз при замене насосного и электрического оборудования, а при установке частотно-регулируемого привода на старом оборудовании до 22,1%.

При достижении потребления электрической энергии в пределах нормативного экономический эффект составляет до 1,2 млрд. рублей в год.

Окупаемость по установке энергосберегающего насосного и электрического оборудования в системах коммунального теплоснабжения по фактическим данным составляет 1,07 года.



Если рассматривать очередность работ для достижения приведенной энергетической и экономической эффективности, то необходимо сначала провести системы теплоснабжения в нормальное состояние, т.е. добиться снижения гидравлического сопротивления в тепловых сетях за счет отмывки их внутренних поверхностей от накипи и солевых отложений и не допускать их образования вновь.

В целях сокращения затрат по электрической энергии в системах коммунального теплоснабжения необходимо в перспективе рассмотреть вопросы внедрения когенерационных технологий.

В результате проведенных Центром исследований, выяснилось, что можно принять несколько стандартных решений по тепловым котельным двух диапазонов мощности:

1. На котельных мощностью до 3,0 Гкал/час могут применяться газопоршневые агрегаты мощностью 100-300 кВт. Агрегаты могут работать в теплофикационном и электрическом режиме для покрытия круглосуточной потребности в отоплении и горячем водоснабжении и электрической энергии для собственных нужд.
2. На котельных большой мощности (до 50 Гкал/час) на базе районных котельных предлагается использование газопоршневых и газотурбинных агрегатов для тех же целей, что и на котельных мощностью до 3,0 Гкал/час.

Из опыта применения предлагаемых схем установлено, что стоимость электрической энергии не превышает 1,7-2,0 руб/кВт.ч, а тепловая энергия является побочным (практически бесплатным) продуктом охлаждения электрогенераторов. КПД когенерационных агрегатов составляет до 90%.

Финансовое обеспечение решения проблем реализации программ и мероприятий энергосбережения и повышения энергоэффективности может выполняться следующим образом:

1. Установление долгосрочных тарифов для генерирующих и сетевых организаций производящих и транспортирующих тепловую энергию. Это положение, приведенное в федеральном законе №261-ФЗ от 23 ноября 2009 года, является основным стимулом энергосбережения.
2. Энергосервисный контракт, предлагающий выполнение «под ключ» всех энергосберегающих мероприятий (от энергообследования до выполнения всех предлагаемых мероприятий включающих в себя пуск и наладку оборудования) за счет энергосервисной организации и возврата затраченных средств за счет достигнутой экономии.