Библиотека СОК

# Основные источники тепловых потерь в системах отопления и способы их устранения

## Введение

Настоящая статья кратко описывает проблематику энергосбережения, сложившуюся сегодня на подавляющем большинстве отечественных объектов производства, транспортировки и потребления тепловой энергии, предлагая варианты их эффективного решения.

Существующие тепловые системы, в основной своей массе, проектировались и создавались без учета возможностей, появившихся на теплоэнергетичском рынке в течение последних 10 лет. Массовое развитие вычислительной техники обусловило появление в это время огромного количества технологических новшеств, которые коренным образом изменили ситуацию в энергосбережении. Например, возможность точного моделирования тепловых процессов на ЭВМ привела к появлению новых эффективных конструкций котлоагрегатов и схем отопления, а достижения электронной индустрии обеспечили возможность широкого применения средств учета тепловой энергии и высокоэкономичных регулирующих устройств.

Таким образом, в конце XX века энергосбережение получило на свое вооружение большое количество эффективных технологий и новое оборудование, позволяющее значительно (до 50%) повысить надежность и экономичность работы уже существующих тепловых систем и проектировать новые системы, качественно отличающиеся от уже существующих.

## Энергосбережение

Для оценки эффективности работы любой системы, в том числе теплоэнергетической, обычно используется обобщенный физический показатель, - коэффициент полезного действия (КПД). Физический смысл КПД - отношение величины полученной полезной работы (энергии) к затраченной. Последняя, в свою очередь, представляет собой сумму полученной полезной работы (энергии) и потерь, возникающих в системных процессах. Таким образом, увеличения КПД системы (а значит и повышения ее экономичнсти) можно достигнуть только снижением величины непроизводительных потерь, возникающих в процессе работы. Это и является главной задачей энергосбережения.

Основной же проблемой, возникающей при решении этой задачи, является выявление наиболее крупных составляющих этих потерь и выбор оптимального технологического решения, позволяющего значительно снизить их влияние на величину КПД. Причем каждый конкретный объект, - цель энергосбережения, - имеет ряд характерных конструктивных особенностей и составляющие его тепловых потерь различны по величине. И всякий раз, когда речь заходит о повышении экономичности работы теплоэнергетического оборудования (например, системы отопления), перед

принятием решения в пользу использования какого-нибудь технологического новшества, необходимо обязательно провести детальное обследование самой системы и выявить наиболее существенные каналы потерь энергии. Разумным решением будет использование только таких технологий, которые существенно снизят наиболее крупные непроизводительные составляющие потерь энергии в системе и при минимальных затратах значительно повысят эффективность ее работы.

Однако, несмотря на уникальность в общем случае факторов, вызывающих потери в каждой конкретной тепловой системе, отечественные объекты имеют ряд характерных особенностей. Они очень похожи друг на друга, что связано с тем, что строились они по общим для "Союза" проектным нормам во времена, когда тепловая энергия стоила "копейки". Характерные проблемы и основные каналы тепловых потерь в энергосистемах "постсоветских" объектов хорошо изучены специалистами нашего предприятия. Решение подавляющего большинства проблем энергосбережения на них отработано нами на практике, что позволяет провести анализ, рассмотреть наиболее характерные ситуации с тепловыми потерями и предложить варианты их решения с прогнозированием результатов, основываясь на наш опыт работы с подобными ситуациями на других объектах.

Излагаемое ниже исследование рассматривает наиболее характерные проблемы существующих тепловых объектов, описывает наиболее существенные каналы непроизводительных потерь в них тепловой энергии и предлагает варианты снижения этих потерь с предварительным прогнозом результатов.

**Тепловые системы. Источники потерь.**

Любую теплоэнергетическую систему с целью анализа можно условно разбить на 3-х основных участка:

1. участок производства тепловой энергии (котельная);

2. участок транспортировки тепловой энергии потребителю (трубопроводы тепловых сетей);

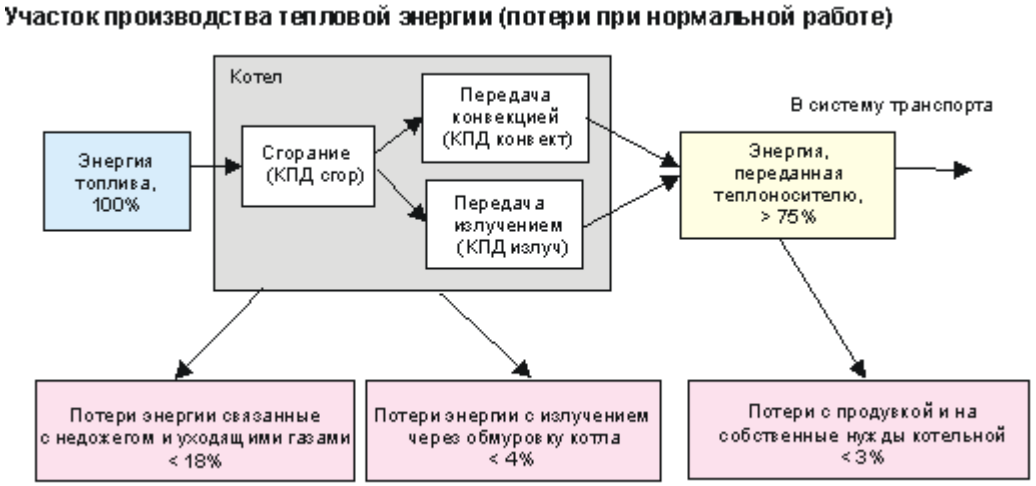
3. участок потребления тепловой энергии (отапливаемый объект).

Каждый из приведенных участков обладает характерными непроизводительными потерями, снижение которых и является основной функцией энергосбережения. Рассмотрим каждый участок в отдельности.

***1. Участок производства тепловой энергии. Существующая котельная.***

Главным звеном на этом участке является котлоагрегат, функциями которого является преобразование химической энергии топлива в тепловую и передача этой энергии теплоносителю. В котлоагрегате происходит ряд физико-химических процессов, каждый из которых имеет свой КПД. И любой котлоагрегат, каким бы совершенным он не был, обязательно теряет

часть энергии топлива в этих процессах. Упрощенно схема этих процессов изображена на рисунке.




На участке производства тепловой энергии при нормальной работе котлоагрегата всегда существуют три вида основных потерь: с недожогом топлива и уходящими газами (обычно не более18%), потери энергии через обмуровку котла (не более 4%) и потери с продувкой и на собственные нужды котельной (около 3%). Указанные цифры тепловых потерь приблизительно близки для нормального не нового отечественного котла (с КПД около 75%). Более совершенные современные котлоагрегаты имеют реальный КПД около 80-85% и стандартные эти потери у них ниже. Однако они могут дополнительно возрастать:

- Если своевременно и качественно не проведена режимная наладка котлоагрегата с инвентаризацией вредных выбросов, потери с недожогом газа могут увеличиваться на 6-8 %;
- Диаметр сопел горелок, установленных на котлоагрегате средней мощности обычно не пересчитывается под реальную нагрузку котла. Однако подключенная к котлу нагрузка отличается от той, на которую рассчитана горелка. Это несоответствие всегда приводит к снижению теплоотдачи от факелов к поверхностям нагрева и возрастанию на 2-5% потерь с химическим недожогом топлива и уходящими газами;
- Если чистка поверхностей котлоагрегатов производится, как правило, один раз в 2-3 года, это снижает КПД котла с загрязненными поверхностями на 4-5% за счет увеличения на эту величину потерь с уходящими газами. Кроме того, недостаточная эффективность работы системы химводоочистки (ХВО) приводит к появлению химических отложений (накипи) на внутренних поверхностях котлоагрегата значительно снижающих эффективность его работы.
- Если котел не оборудован полным комплектом средств контроля и регулирования (паромерами, теплосчетчиками, системами регулирования процесса горения и тепловой нагрузки) или если средства регулирования котлоагрегата настроены неоптимально, то это в среднем дополнительно снижает его КПД на 5%.
- При нарушении целостности обмуровки котла возникают дополнительные присосы воздуха в топку, что увеличивает потери с недожогом и уходящими газами на 2-5%
- Использование современного насосного оборудования в котельной позволяет в два-три раза снизить затраты электроэнергии на собственные нужды котельной и снизить затраты на их ремонт и обслуживание.

- На каждый цикл "Пуск-останов" котлоагрегата тратится значительное количество топлива. Идеальный вариант эксплуатации котельной - ее непрерывная работа в диапазоне мощностей, определенном режимной картой. Использование надежной запорной арматуры, высококачественной автоматики и регулирующих устройств позволяет минимизировать потери, возникающие из-за колебаний мощности и возникновения нештатных ситуаций в котельной.

Перечисленные выше источники возникновения дополнительных потерь энергии в котельной не являются явными и прозрачными для их выявления. Например, одна из основных составляющих этих потерь - потери с недожогом, могут быть определены только с помощью химического анализа состава уходящих газов. В то же время увеличение этой составляющей может быть вызвано целым рядом причин: не соблюдается правильное соотношение смеси топливо-воздух, имеются неконтролируемые присосы воздуха в топку котла, горелочное устройство работает в неоптимальном режиме др.

Таким образом, постоянные неявные дополнительные потери только при производстве тепла в котельной могут достигать величины 20-25%!

Алгоритм повышения экономичности работы уже существующего котлоагрегата в общем случае можно представить как последовательность определенных действий (в порядке эффективности):

1. Провести комплексное обследование котлоагрегатов, включая газовый анализ продуктов сгорания. Оценить качество работы периферийного оборудования котельной.

2. Провести режимную наладку котлов с инвентаризацией вредных выбросов. Разработать режимные карты работы котлоагрегатов на различных нагрузках и мероприятия, которые обеспечат работу котлоагрегатов только в экономичном режиме.

3. Произвести чистку наружных и внутренних поверхностей котлоагрегатов .

4. Оборудовать котельную рабочими приборами контроля и регулирования, оптимально настроить автоматику котлоагрегатов.

5. Восстановить теплоизоляцию котлоагрегата, обнаружив и устранив неконтролируемые источники присосов воздух в топку;

6. Проверить и возможно модернизировать систему ХВО котельной.

7. Произвести перерасчет сопел горелок под реальную нагрузку.

8. Оборудовать котельную эффективным и экономичным насосным оборудованием, надежной трубопроводной запорно-регулирующей арматурой.

При проектировании и строительстве новой котельной в пределах ценового коридора, выделенного на данное мероприятие, необходимо тщательно подобрать такое котельное оборудование, которое при высоком КПД и надежности, обеспечивало бы возможность интеграции котла и

современных технологий автоматического регулирования процесса производства тепла, которая в основном и определит экономичность ее работы. Вариант комплектации котельной, место ее расположения, способ транспорта теплоносителя потребителю также являются немаловажными факторами, влияние которых способно значительно увеличить или снизить эффективность ее работы.

### *2. Потери тепла на участке его транспортировки к потребителю. Существующие трубопроводы теплосетей.*

Обычно тепловая энергия, переданная в котельной теплоносителю поступает в теплотрассу и следует на объекты потребителей. Величина КПД данного участка обычно определяется следующим:

- КПД сетевых насосов, обеспечивающих движение теплоносителя по теплотрассе;
- потерями тепловой энергии по длине теплотрасс, связанными со способом укладки и изоляции трубопроводов;
- потерями тепловой энергии, связанными с правильностью распределения тепла между объектами-потребителями, т.н. гидравлической настроенностью теплотрассы;
- периодически возникающими во время аварийных и нештатных ситуаций утечками теплоносителя.

При разумно спроектированной и гидравлически налаженной системе теплотрасс, удаление конечного потребителя от участка производства энергии редко составляет больше 1,5-2 км и общая величина потерь обычно не превышает 5-7%. Однако:

- использование отечественных мощных сетевых насосов с низким КПД практически всегда приводит к значительным непроизводительным перерасходам электроэнергии. Современные импортные насосы, разработанные уже в течение последнего десятилетия имеют КПД в 2-3 раза выше, чем у широко применяющихся сегодня отечественных, обладают высокой надежностью и качеством работы. Применение же устройств частотного модулирования для автоматического управления скоростью вращения асинхронных двигателей насосов в несколько раз (!) повышает экономичность работы насосного оборудования;
- при большой протяженности трубопроводов теплотрасс значительное влияние на величину тепловых потерь приобретает качество тепловой изоляции теплотрасс. При возрастании выше средней величины тепловых потерь по длине, следует уделить внимание следующему факту: в настоящее время на рынке появились новые виды предварительно изолированных теплопроводов, например типа "Экофлекс". Тепловые потери такого трубопровода (например для "Экофлекс-Кватро" - 13,21 Вт/м против обычной стальной трубы с теплоизоляцией - 120 Вт/м) практически в 10 раз ниже (!), а надежность безаварийной работы в десятки раз выше. Последний показатель особенно актуален для снижения потерь, связанных с нештатными аварийными ситуациями, неконтролируемыми утечками теплоносителя и затратами на авральные ремонтные работы на теплотрассах. Другим вариантом выхода из сложившейся ситуации может быть монтаж крышной котельной прямо на объекте теплопотребления. Современное котельное оборудование и автоматика позволяет оборудовать на котельную прямо на крыше отапливаемого здания. Такая котельная работает полностью в автоматическом режиме с очень высоким КПД - порядка 85-90%.

- гидравлическая налаженность теплотрассы является основополагающим фактором, определяющим экономичность ее работы. Подключенные к теплотрассе объекты теплопотребления должны быть правильно шайбированы таким образом, чтобы тепло распределялось по ним равномерно. В противном случае тепловая энергия перестает эффективно использоваться на объектах потребления и возникает ситуация с возвращением части тепловой энергии по обратному трубопроводу на котельную. Помимо снижения КПД котлоагрегатов это вызывает ухудшение качества отопления в наиболее отдаленных по ходу теплосети зданиях.
- если вода для систем горячего водоснабжения (ГВС) подогревается на расстоянии от объекта потребления, то трубопроводы трасс ГВС обязательно должны быть выполнены по циркуляционной схеме. Присутствие тупиковой схемы ГВС фактически означает, что около 35-45% тепловой энергии, идущей на нужды ГВС, затрачивается впустую. Одним из способов, позволяющих значительно снизить потери энергии в ГВС, является производство горячей воды прямо в теплопунктах зданий - потребителей. Эффективным и современным способом для этого являются пластинчатые теплообменники, обладающие рядом существенных преимуществ по отношению к традиционно используемым кожухотрубным.

Обычно потери тепловой энергии в теплотрассах не должны превышать 5-7%. Но фактически они могут достигать величины в 25% и выше!

Алгоритм повышения экономичности работы теплотрассы в общем случае также можно представить как последовательность определенных действий:

1. Провести комплексное обследование теплотрасс от котельной к объектам теплоснабжения и выявить основные каналы появления в них тепловых потерь.

2. Провести гидравлическую наладку теплотрасс с шайбированием потребителей по фактически потребляемой ими тепловой нагрузке.

3. Восстановить или усилить теплоизоляцию теплотрассы или при экономической целесообразности переложить существующие трубопроводы использовав для замены предварительно изолированные трубопроводы.

4. Для систем ГВС обеспечить циркуляционную схему включения. По возможности оборудовать теплопункты потребителей тепла пластинчатыми теплообменниками для нужд ГВС.

5. Заменить низкоэффективные отечественные сетевые насосы на современные импортные с более высоким КПД. При экономической целесообразности (большой мощности электродвигателей насосов) использовать устройства частотного регулирования скорости вращения асинхронных двигателей.

6. Произвести замену запорной арматуры на трассе с использованием современных надежных поворотных заслонок (например типа "Danfoss"), что значительно снизит тепловые потери в нештатных и аварийных ситуациях, а также исключит варианты появления утечек теплоносителя через сальники задвижек.

## *3. Потери на объектах потребителей тепла. Системы отопления и ГВС существующих зданий.*

Наиболее существенными составляющими тепловых потерь в теплоэнергетических системах являются потери на объектах-потребителях. Наличие таковых не является прозрачным и может быть определено только после появления в теплопункте здания прибора учета тепловой энергии, т.н. теплосчетчика. Наш опыт работы с огромным количеством отечественных тепловых систем, позволяет указать основные источники возникновения непроизводительных потерь тепловой энергии. В самом распространенном случае таковыми являются потери:

- в системах отопления связанные с неравномерным распределением тепла по объекту потребления и нерациональностью внутренней тепловой схемы объекта (5-15%);
- в системах отопления связанные с несоответствием характера отопления текущим погодным условиям (15-20%);
- в системах ГВС из-за отсутствия рециркуляции горячей воды теряется до 25% тепловой энергии;
- в системах ГВС из-за отсутствия или неработоспособности регуляторов горячей воды на бойлерах ГВС (до 15% нагрузки ГВС);
- в трубчатых (скоростных) бойлерах по причине наличия внутренних утечек, загрязнения поверхностей теплообмена и трудности регулирования (до10-15% нагрузки ГВС).

Общие неявные непроизводительные потери на объекте потребления могут составлять до 35% от тепловой нагрузки!

Главной косвенной причиной наличия и возрастания вышеперечисленных потерь является отсутствие на объектах теплопотребления приборов учета количества потребляемого тепла. Отсутствие прозрачной картины потребления тепла объектом обуславливает вытекающее отсюда недопонимание значимости принятия на нем энергосберегающих мероприятий. В общем случае алгоритм улучшения ситуации энергопотребления зданиях выглядит так:

1. Установить приборы учета тепловой энергии на объектах потребления тепла. Появление картины потребления тепла зданием во времени даст возможность провести анализ сложившейся ситуации и выбрать наиболее эффективный способ использования тепловой энергии;

2. Настроить гидравлику внутренней системы отопления с помощью шайбирования или балансировочных клапанов, циркуляционных насосов внутреннего контура. При необходимости - внести изменение в схему подключения отопительных приборов, а возможно - использовать более экономичные радиаторы;

3. Установить автоматическую систему регулирования тепловой нагрузки здания по погодным условиям. Использование "погодного" регулирования способно до 30% снизить потребление тепла зданием при одновременном повышении комфортности в его помещениях.

4. По возможности оборудовать отопительные приборы радиаторными регуляторами температуры в помещениях, что дает возможность снижения тепловой нагрузки здания до 20%;

5. Провести ревизию существующих бойлеров ГВС и при необходимости - заменить их на высокоэффективные пластинчатые теплообменники.

6. Обеспечить надежную работу рециркуляции ГВС внутри объекта, что позволит сэкономить до 25% тепловой энергии, затрачиваемой на нагрев воды.

7. Обеспечить эффективную работу регуляторов температуры на бойлерах ГВС. Работоспособный регулятор температуры на бойлере экономит порядка 15% тепла, идущего на нужды ГВС.

8. Оборудовать теплопункты надежной и современной запорно-регулирующей арматурой.

9. В случае необходимости провести комплекс работ по утеплению здания.