

## **Инновации котельного оборудования.**

Котельное оборудование играет ключевую роль в системах отопления и горячего водоснабжения. С развитием технологий и увеличением требований к энергоэффективности, экологии и экономии ресурсов, инновации в этой области становятся все более актуальными. В данной статье мы рассмотрим основные тенденции и новшества в котельном оборудовании, которые могут изменить подход к теплогенерации.

### **1. Энергоэффективные технологии**

Современные котлы разрабатываются с учетом высоких стандартов энергоэффективности. Использование конденсационных технологий позволяет значительно повысить КПД (коэффициент полезного действия) котлов. Конденсационные котлы способны извлекать дополнительную энергию из водяного пара, который образуется при сжигании топлива, что позволяет снизить потребление газа или другого топлива на 10-30%.

#### **1.1. Модульные котельные**

Модульные котельные представляют собой систему, состоящую из нескольких котлов, которые могут работать как единое целое. Это обеспечивает гибкость в управлении тепловыми нагрузками и позволяет оптимизировать расход энергии в зависимости от потребностей.

### **2. Использование возобновляемых источников энергии**

С увеличением интереса к устойчивому развитию и снижению углеродного следа, котельное оборудование все чаще интегрируется с возобновляемыми источниками энергии, такими как солнечные коллекторы и тепловые насосы.

#### **2.1. Гибридные системы**

Гибридные котлы, которые комбинируют традиционные и возобновляемые источники энергии, позволяют значительно сократить расходы на отопление. Например, система, использующая солнечные панели для нагрева воды, может быть дополнена газовым котлом, который включается в периоды повышенного спроса.

### **3. Умные технологии и автоматизация**

Системы управления отоплением становятся все более интеллектуальными благодаря внедрению IoT (Интернет вещей) и систем автоматизации. Умные котлы могут адаптироваться к изменениям температуры, времени суток и даже предсказывать потребности в отоплении на основе анализа данных.

#### **3.1. Дистанционное управление**

Современные котлы могут управляться удаленно через мобильные приложения, что позволяет пользователям контролировать температуру

и расход энергии в режиме реального времени. Это не только удобно, но и помогает оптимизировать расходы.

#### 4. Экологические решения

С учетом глобальных изменений климата и строгих экологических норм, производители котельного оборудования стремятся минимизировать негативное воздействие на окружающую среду. Новые технологии направлены на снижение выбросов вредных веществ и использование более чистых видов топлива.

##### 4.1. Биомасса и водород

Котлы, работающие на биомассе, становятся все более популярными благодаря своей экологичности. Также ведутся разработки котлов, которые могут работать на водороде, что открывает новые горизонты для чистой теплогенерации.

Современные тенденции повышения энергетической эффективности котельных установок предполагают комплексный подход к утилизации тепла уходящих дымовых газов. Перспективным направлением является каскадное использование конденсационных экономайзеров в сочетании с абсорбционными тепловыми насосами (АБТН), позволяющее достичь максимального уровня рекуперации тепловой энергии. Дымовые газы, покидающие котельный агрегат при температуре 150-180°C, первоначально поступают в традиционный экономайзер, где происходит их охлаждение до 110-130°C за счет подогрева питательной воды. Дальнейшее глубокое охлаждение продуктов сгорания осуществляется в конденсационном экономайзере, работающем в паре с АБТН, где температура газов снижается до 25-40°C, что значительно ниже точки росы водяных паров (55-57°C для природного газа). Такое глубокое охлаждение позволяет утилизировать не только явную, но и скрытую теплоту конденсации водяных паров, содержащихся в продуктах сгорания.

Принцип работы системы основан на синергетическом эффекте совместной работы конденсационного экономайзера и АБТН. В конденсационном экономайзере происходит охлаждение дымовых газов до температуры ниже точки росы с выделением скрытой теплоты конденсации водяных паров, которое сопровождается значительным тепловыделением. Это низкопотенциальное тепло (30-40°C) передается теплоносителю контура испарителя АБТН. Абсорбционный тепловой насос, потребляя электроэнергию для работы вспомогательного оборудования (растворные насосы, система автоматики и управления), преобразует низкопотенциальное тепло в тепло более высокого потенциала (70-95°C), пригодное для использования в системе горячего водоснабжения и отопления. При этом коэффициент трансформации АБТН обычно составляет 1,7-1,8, что означает получение 1,7-1,8 кВт

тепловой энергии на каждый киловатт тепловой энергии, полученной от конденсационного экономайзера.

Важным экологическим аспектом применения данной системы является снижение выбросов оксидов азота. Понижение температуры дымовых газов в конденсационном экономайзере до 25-40°C способствует уменьшению термических оксидов азота, образование которых сильно зависит от температуры продуктов сгорания. Экспериментальные исследования показывают, что снижение температуры уходящих газов со 140°C до 40°C может уменьшить концентрацию оксидов азота на 18-25% благодаря подавлению механизма Зельдовича и уменьшению времени пребывания газов в высокотемпературной зоне. Дополнительным экологическим преимуществом является конденсация значительной части кислотных компонентов и улавливание мелкодисперсных частиц в конденсационном экономайзере.

Экономическая эффективность системы определяется значительным повышением КПД котельной установки (на 12-18%) за счет утилизации как явной, так и скрытой теплоты дымовых газов. Несмотря на потребление электроэнергии вспомогательным оборудованием АБТН (обычно 3-5% от вырабатываемой тепловой мощности), общий энергетический баланс системы остается положительным. Для котельной мощностью 50 МВт дополнительная тепловая мощность от утилизации составляет 5-7 МВт, что достаточно для обеспечения горячей водой микрорайона с населением 5-7 тысяч человек. Срок окупаемости такого решения составляет 4-6 лет в зависимости от режима эксплуатации, стоимости энергоресурсов и климатических условий региона.

Техническая реализация системы требует тщательного проектирования и учета особенностей конкретного объекта. Важным является выбор материалов для конденсационного экономайзера, устойчивых к коррозионному воздействию кислотного конденсата. Для предотвращения коррозии в системе ГВС необходимо поддерживать рН теплоносителя в нейтральной зоне и использовать ингибиторы коррозии. Система автоматического управления должна обеспечивать оптимальные режимы работы всех элементов установки, включая байпасные линии для регулирования температуры дымовых газов перед дымососом.

Перспективы развития технологии связаны с созданием гибридных систем, сочетающих АБТН с тепловыми насосами других типов, использованием новых рабочих тел с улучшенными термодинамическими характеристиками, а также интеграцией с возобновляемыми источниками энергии. Разрабатываются компактные

модульные решения, позволяющие сократить сроки монтажа и уменьшить занимаемую площадь.

Внедрение комбинированных систем утилизации тепла уходящих газов с использованием конденсационных экономайзеров и АБТН представляет собой эффективное решение для модернизации существующих котельных. Такие системы не только повышают эффективность использования топлива, но и позволяют значительно расширить возможности по теплоснабжению близлежащих районов без увеличения расхода топлива. Для крупных теплоисточников дополнительная тепловая мощность может достигать 15-20% от номинальной мощности котлоагрегатов, что эквивалентно строительству дополнительного котельного оборудования без соответствующих капитальных затрат и увеличения выбросов загрязняющих веществ.

Инновации в котельном оборудовании открывают новые возможности для повышения энергоэффективности, снижения затрат и минимизации воздействия на окружающую среду. С учетом текущих тенденций, можно ожидать, что будущее котельного оборудования будет связано с умными технологиями, возобновляемыми источниками энергии и экологическими решениями. Эти изменения не только улучшат качество жизни, но и помогут в борьбе с изменением климата, создавая более устойчивое и эффективное общество.

**Гродненское областное управление Госпромнадзора**