

трик». В ходе проекта было отмечено, что решение ОРУ на реклоузерах отличается от КРУН малой металло- и материалоемкостью, а также минимальным количеством кабельных связей вторичных цепей.

Резюмируя все вышесказанное, приходим к выводу, что ПС 35кВ «Цель» необходимо перевести на напряжение 10 кВ на основании концепции развития электрогенерирующих мощностей и электрических сетей на период до 2030 года, в связи с низкой энергонагруженностью подстанции ($P_{\text{ср}} = 108$ кВт), техническому и моральному устареванию оборудования, а также наличием подходящих условий действующей электрической сети. Перевод на напряжение 10 кВ на данной ПС необходимо выполнить с сооружением 2 линий 10 кВ для создания условий надежного электроснабжения потребителей. Запитать ПС 35 кВ «Цель» необходимо с секций 10 кВ ПС 220 кВ «Липичи» (8,97 км). Также следует реализовать компактное ОРУ 10 кВ на территории ПС 35 кВ «Цель» на базе реклоузеров 10 кВ так как это решение отвечает высоким требованиям надежности, функциональности и безопасности, предъявляемым к современным распределительным устройствам и по совокупным показателям превосходит распространенные решения с применением КРУН.

КОНДЕНСАЦИОННЫЕ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРЫ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

А. А. Ковальчук

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. В. Овсянник

Повышение эффективности использования топлива при производстве электроэнергии и тепла может быть достигнуто путем внедрения конденсационных теплоутилизаторов (КТУ), с их помощью можно использовать низкопотенциальное тепло уходящих дымовых газов. При охлаждении в КТУ дымовых газов ниже температуры точки росы содержащихся в них водяных паров можно дополнительно получить до 12–15 % рекуперации тепла, которое может быть направлено на подогрев обратной сетевой воды в теплосети. Наиболее эффективно применять КТУ в котлах, сжигающих топливо, в продуктах сгорания которого содержится большое количество водяных паров, таких как природный газ и биотопливо. Приведены различные решения, позволяющие обеспечить высокую степень утилизации в КТУ тепла при конденсации водных паров. Представлены КТУ с предварительным подогревом и увлажнением воздуха, подаваемого в котел.

Ключевые слова: конденсационный теплоутилизатор, низкопотенциальное тепло, биотопливо, природный газ, КПД, уходящие дымовые газы.

Благодаря уменьшению температуры дымовых газов ниже температуры точки росы обеспечивается частичная конденсация водяных паров, находящихся в составе уходящих газов. Это тепло далее полезно направляется для подогрева обратной сетевой и подпиточной воды или подогрева воздуха, подаваемого на горение. Поэтому наибольший эффект при применении КТУ достигается в котлах, сжигающих топлива, в продуктах сгорания которых содержится наибольшее количество водяных паров. В этом случае эффективность утилизации низкопотенциального тепла может достигать 15 % при сжигании природного газа и 25 % – при сжигании биотоплива (древесная щепа, дрова, солома).

Принципиальная схема установки глубокой утилизации тепла влажных газов в КТУ с байпасированием части влажных газов в упрощенном виде (рис. 1). Основной

элемент этой установки – конденсаторный теплоутилизатор. Байпасная линия позволяет, когда это необходимо, пропускать газы мимо теплообменника. Такое регулирование обеспечивает требуемые температуру и влагосодержание уходящих газов. Капельная влага, уносимая из КТУ потоком уходящих газов, отделяется в каплеуловителе. В процессе работы конденсационного теплоутилизатора выделяется конденсат, часто в значительном количестве, который удаляется в систему сбора и нейтрализации, после чего конденсат может быть полезно использован для подпитки котельной установки, теплосети либо других нужд.

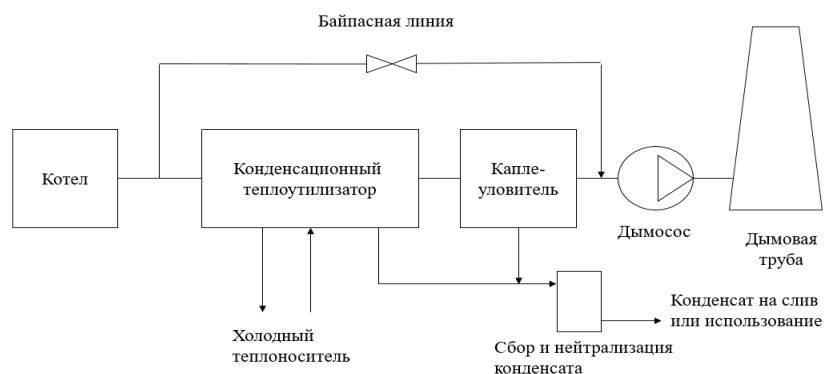


Рис. 1. Принципиальная схема использования КТУ, установленного за котлом

Конденсерная технология с контактным теплообменником обычно применяется в трех вариантах: конденсер; конденсер и увлажнитель воздуха; конденсер, увлажнитель воздуха и тепловой насос.

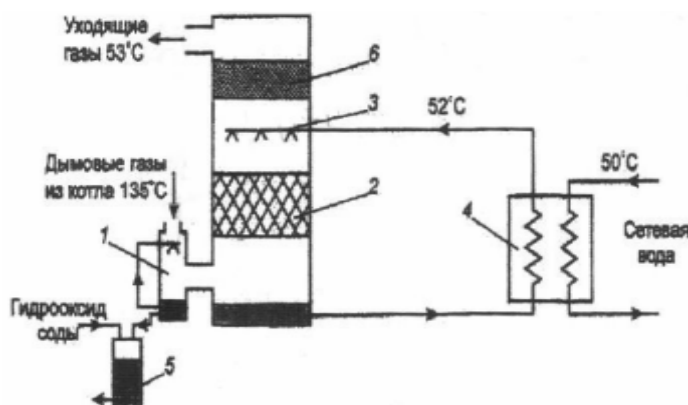


Рис. 3. Схема установки «конденсер»

Схема утилизации теплоты уходящих газов на основе конденсера (рис. 3) наиболее простая и дешевая. Достаточно высокая эффективность установки достигается, если температура обратной сетевой воды не превышает 45 °С.

Дымовые газы после котла поступают в предварительный охладитель 1, где происходит быстрое снижение их температуры. Далее газы поступают в основную колонну установки. Газы проходят через рассекатель 2, который обеспечивает разбиение подаваемой сверху воды на мелкие капли. Это позволяет существенно интенсифицировать процессы охлаждения продуктов сгорания и конденсации содержащихся в них водяных паров. Далее продукты сгорания проходят через жалюзийный

сепаратор и направляются в дымовую трубу. Подогретая вода собирается внизу колонны конденсера и направляется в теплообменник 4, где подогревает сетевую воду, а часть воды переливается в предварительный охладитель 1. Так как за счет конденсации части содержащихся в дымовых газах водяных паров объем воды постоянно увеличивается, то излишек воды из предварительного охладителя сливается в накопительный бак 5. Ввиду того, что за счет растворения в конденсате CO_2 кислотность воды повышается, в баке осуществляется ее химическая нейтрализация, после чего она сливается в канализацию. Охлажденная в теплообменнике 4 вода снова подается в конденсер через раздающее устройство.

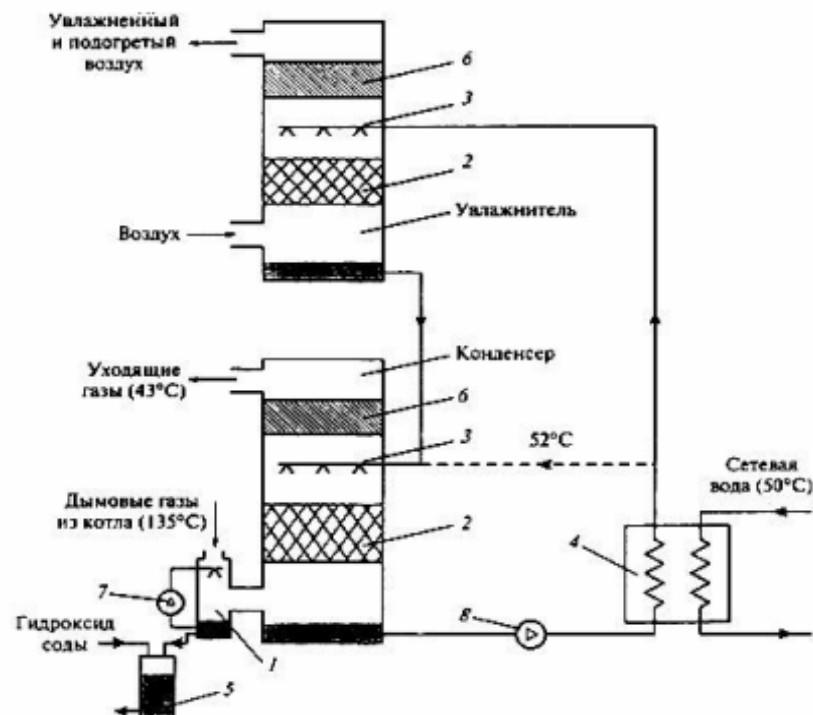


Рис. 4. Схема установки «конденсер и увлажнитель»

Более сложная, но и более эффективная схема «конденсер и увлажнитель» (рис. 4). Может работать при более высокой температуре обратной сетевой воды.

Вода после теплообменника 4 разделяется на два потока, один из которых идет на увлажнитель воздуха. Воздух, поступающий в увлажнитель, проходит через распылитель 2, в котором происходит его подогрев за счет контакта с каплями воды, подаваемой через распылитель 3. Часть влаги испаряется, а часть влаги при этом собирается на дне увлажнителя. Вследствие теплообмена с воздухом температура воды снижается, и она подается в конденсер через распылитель, а подогретый и увлажненный воздух проходит через жалюзийный сепаратор подается в котел.

Предварительное увлажнение воздуха способствует уменьшению выбросов оксидов азота на 40–60 %; снижается кислотность благодаря переходу части растворенного CO_2 в воздух; температура дымовых газов на выходе из КТУ становится меньше температуры обратной сетевой воды.

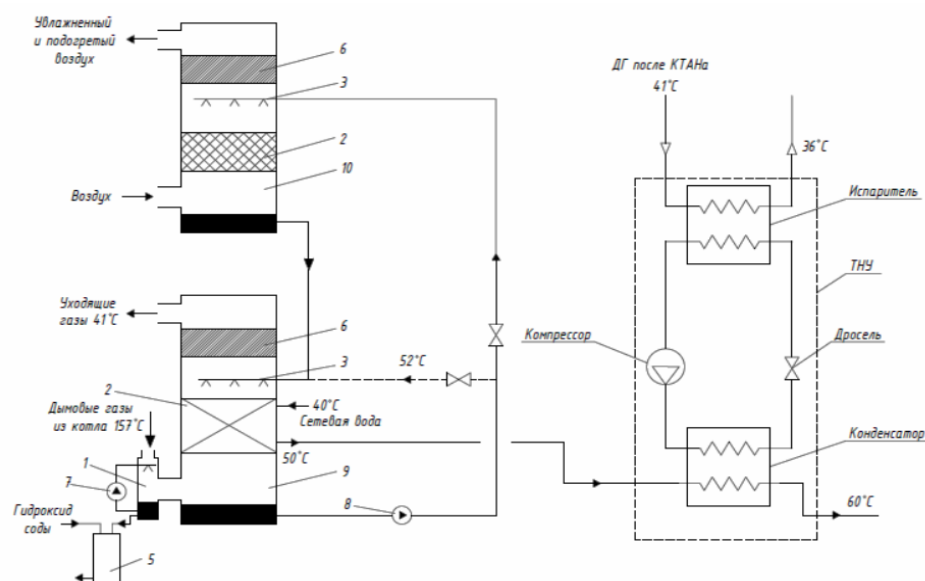


Рис. 4. Схема установки «конденсер, увлажнитель и тепловой насос»

Еще больший эффект позволяет получить схема «конденсер, увлажнитель и тепловой насос».

Эта схема обеспечивает высокую эффективность во всем диапазоне температур. Отличие этой схемы от предыдущих заключается в наличии теплового насоса, благодаря которому происходит дополнительное охлаждение обратной сетевой воды, что приводит к еще большему снижению температуры дымовых газов перед сбросом в атмосферу.

Литература

1. Кудинов, А. А. Энергосбережение в теплогенерирующих установках / А. А. Кудинов. – Ульяновск : УлГТУ, 2000.
2. Влияние конденсационных утилизаторов на работу паровых и водогрейных газовых котлов / И. Л. Ионкин [и др.] // Теплоэнергетика. – 2015. – № 5. – С. 44–50. <https://doi.org/10.1134/S0040363615050033>
3. Использование конденсерной технологии для повышения эффективности использования топлива в котлах, сжигающих нефтепродукты / Б. Лунинг [и др.] // Наука и технологии трубопровод. трансп. нефти и нефтепродуктов. – 2014. – № 2. – С. 45–51.
4. Утилизация тепла дымовых газов на теплоисточниках г. Риги / А. Жигуре [и др.] // Новости теплоснабжения. – 2010. – № 5. – С. 19–24.

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ СМЕСЕВЫХ ТОПЛИВ НА ОСНОВЕ СПИРТОВ

А. В. Конопляная

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Е. Н. Макеева

Направлена на изучение свойств смесевых топлив при добавлении спиртов. Изучено, что при добавлении к бензину этилового или изопропилового спиртов повышается температура выкипания смеси и соответственно снижается объем испарившегося бензина, что способствует снижению полноты сгорания топлива и увеличению интенсив-