

УДК 621.18

**СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДОТРУБНЫХ
И ЖАРОТРУБНЫХ КОТЛОВ**
**COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF WATER-TUBE
AND FIRE-TUBE BOILERS**

В. Н. Санько, Д. А. Махонько

Научный руководитель – М. А. Ярмольчик, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

V. Sanko, D. Makhonko

Supervisor – M. Yarmolchyk, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: в данной статье рассматриваются сравнительные характеристики двух котлов – жаротрубного и водотрубного. Описываются преимущества и недостатки каждого из них, принцип работы и схемы котлоагрегатов.

Abstract: this article discusses the comparative characteristics of two boilers – heat-tube and water-tube. The advantages and disadvantages of each of them, the principle of operation and schemes of boilers are described.

Ключевые слова: котел, водотрубный, особенности, сравнение, жаротрубный.
Keywords: boiler, water-tube, features, comparison, fire-tube.

Введение

Котлы играют ключевую роль в большинстве технологических процессов, где необходима выработка тепловой энергии и пара. Их можно классифицировать по нескольким параметрам, включая конструкцию, тип используемого топлива и способ передачи тепла. В зависимости от вида котла и в каких технологиях он применяется, котельные агрегаты могут обладать различными характеристиками, а также иметь свои сильные и слабые стороны. В данной статье мы рассмотрим основные различия между жаротрубными и водотрубными котлами и определим их преимущества и недостатки.

Основная часть

В основе конструкции жаротрубного котла лежит упрощенное устройство с несколькими отделениями внутри металлического корпуса. Особенностью жаротрубного котла является наличие в одной части камеры для горения топлива (топка), представляющей собой стальной жаропрочный цилиндр, способный выдерживать высокие температуры, в дно или в задние стенки которого вварены трубы небольшого диаметра, и в противоположной зоне – системы вывода продуктов сгорания. Процесс горения обеспечивается принудительным нагнетанием воздуха специальным оборудованием (дутьевым вентилятором). Регулирование подачи воздуха позволяет контролировать интенсивность горения и температуру продуктов сгорания.

Дымовые газы, проходя через жаротрубный пучок, передают теплоту воде, которая циркулирует вокруг труб, затем удаляются из котла [1].

К особенностям жаротрубных котлов относятся:

- простота конструкции и высокая ремонтпригодность. Благодаря простой конструкции, ремонт и обслуживание обходятся относительно недорого и не требуют высокой квалификации персонала;
- минимальные теплотери в процессе работы, что положительно влияет на энергоэффективность всей системы;
- возможность поддержания стабильных параметров нагрева теплоносителя за счет контроля процесса горения топлива;
- простота эксплуатации и технического обслуживания. Данные котлы не требуют сложного обслуживания. Периодическая чистка топki, контроль уровня воды – основные процедуры, необходимые для поддержания работоспособности котла;
- долгий срок службы. При привальной эксплуатации и своевременного обслуживания, котел может прослужить до 50 лет.

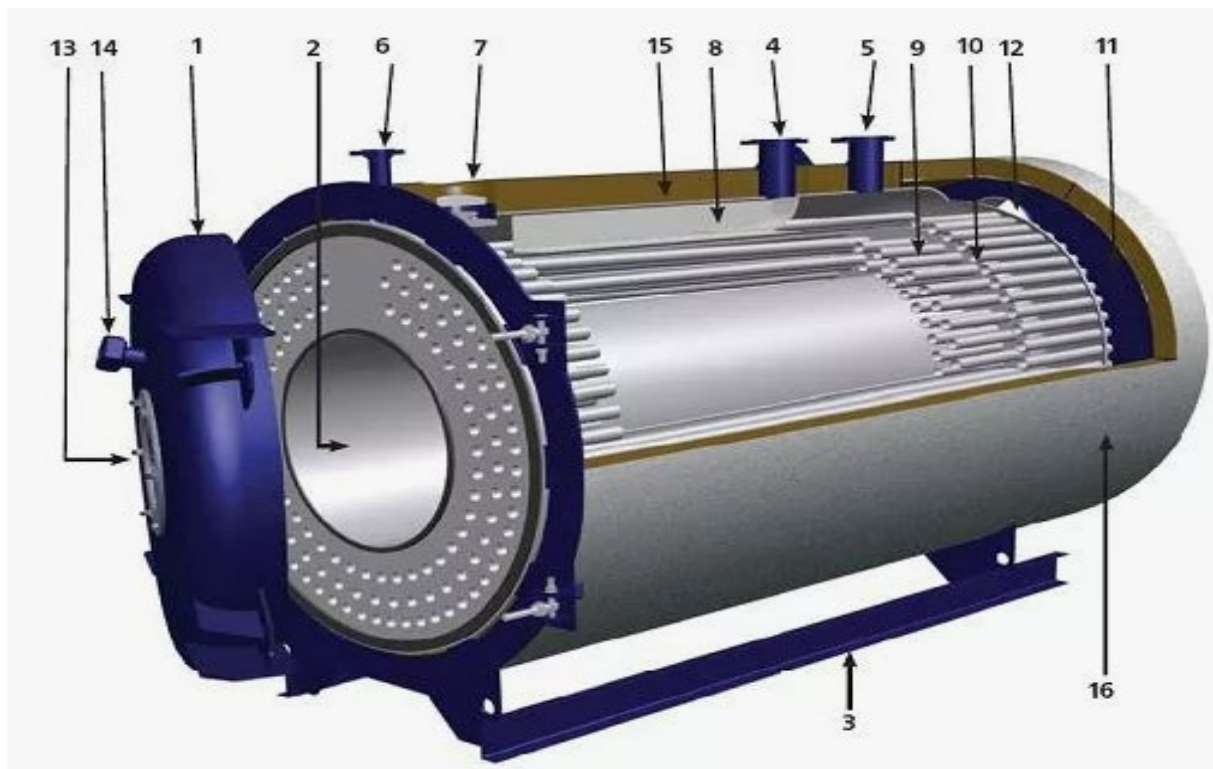


Рисунок 1 – Принципиальная схема жаротрубного котла:

1 – фронтальная дверь; 2 – камера сгорания; 3 – рамное основание; 4 – патрубок входа теплоносителя; 5 – патрубок выхода теплоносителя; 6 – патрубок предохранительной линии; 7 – смотровой люк; 8 – водонаправляющий элемент; 9 – дымогарные трубы второго входа; 10 – дымогарные трубы третьего хода; 11 – сборная камера дымовых газов; 12 – патрубок отвода дымовых газов; 13 – горелочная плита; 14 – смотровой глазок; 15 – теплоизоляция; 16 – защитный кожух

Водотрубный котел использует теплоту, которая образуется в результате сгорания топлива для нагрева теплоносителя. Конструкция данных

устройств включает в себя камеры, боковые стенки которых сформированы трубами, обеспечивающими циркуляцию воды. Вода протекает внутри этих труб, а внутри камеры сгорания возникает пламя. Продукты сгорания омывают эти трубы снаружи, передавая тепло воде через излучение, конвекцию и теплопроводность, в результате чего производится горячая вода или пар. Такая конструкция позволяет достичь более высоких температур и давления, чем в жаротрубных котлах [1].

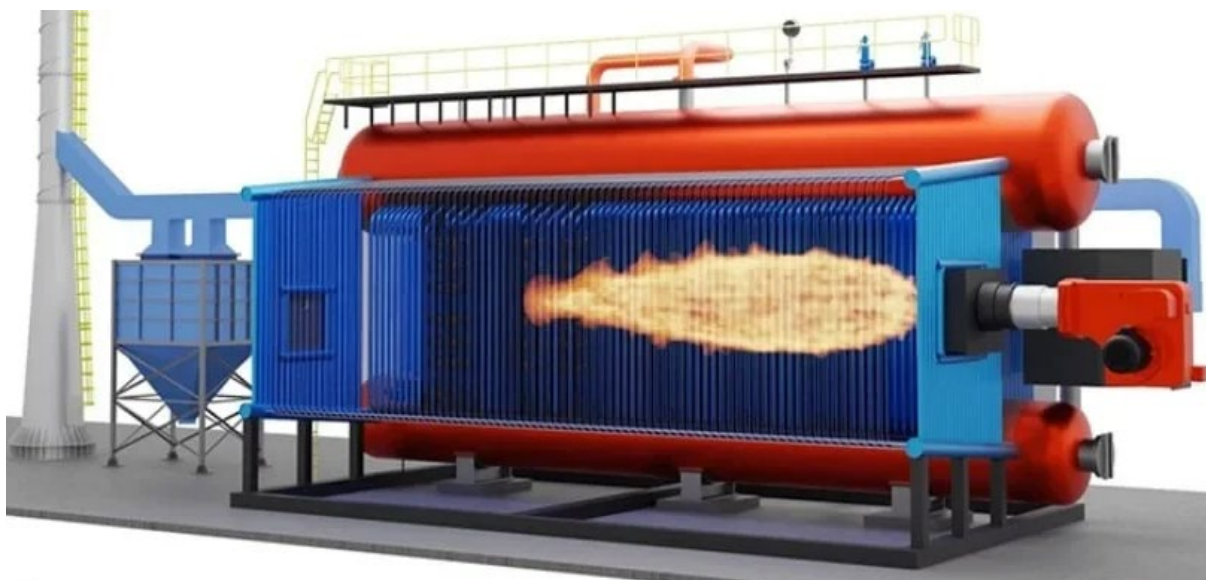


Рисунок 2 – Водотрубный котел

Простейший водотрубный теплообменник состоит из двух параллельных труб, соединенных между собой множеством поперечных трубок. Данная конструкция устанавливается внутри топочной камеры котла, где горячие дымовые газы проходя между трубами передают тепловую энергию теплоносителю. Чтобы увеличить площадь поверхности теплообмена используют оребренные трубы. Ребристая поверхность обеспечивает более эффективный теплообмен между газами и теплоносителем, повышая общую производительность теплообменника.

К отличительным особенностям водотрубного котла можно отнести:

- устойчивость к высоким давлениям, что важно для многих технологических процессов;
- быстрый нагрев воды, благодаря большой площади поверхности теплообмена;
- низкое потребление топлива.

В отличие от водотрубных, жаротрубные котлы имеют более простую конструкцию, меньшую металлоемкость и компактные размеры, что делает их более доступными. Конструкция водотрубных котлов значительно сложнее, так как они состоят из множества агрегатов и узлов, где необходимо избежать каких-либо утечек, особенно при высоких давлениях и температурах. Кроме того, доступ к агрегатам этих котлов, которые обычно функционируют под давлением, затруднен при проведении

ремонтных работ. Этому недостатка лишены жаротрубные котлы, которые полностью изготавливаются в заводских условиях и поставляются в виде компактной моноблочной конструкции.

В жаротрубных котлах заложен существенно больший объем воды. Это значит, что котел способен поддерживать рабочую температуру и давление в течение длительного времени, работает в режиме горячего резерва, реже включается и выключается, что увеличивает срок службы оборудования. Большой объем воды также способствует снижению гидравлического сопротивления системы, позволяя использовать менее мощные насосы. Это существенно снижает как начальные капитальные затраты на строительство, так и на последующие эксплуатационные расходы. Простота доступа к теплообменным поверхностям в этих котлах существенно упрощен, что позволяет проводить эффективную очистку от сажи и накипи, минимизируя время простоя котельной.

Жаротрубные котлы предъявляют повышенные требования к качеству воды, поскольку медленные скорости циркуляции теплоносителя способствуют быстрому образованию отложений. Эффективная эксплуатация таких котлов становится возможной лишь при наличии надлежащей системы водоподготовки. Без ее применения даже незначительное содержание растворенных солей и примесей может привести к быстрому образованию накипи на внутренних поверхностях труб, снижению теплопередачи и в конечном итоге к выходу котла из строя. Однако данная проблема актуальна и для водотрубных котлов, несмотря на более высокую скорость движения воды, отсутствие качественной химводоподготовки также приводит к накоплению отложений на стенках. В случае водотрубных котлов этот процесс происходит медленнее, что обеспечивает более длительный срок службы до поломки, но без соответствующего ухода все равно вызовет такие же проблемы [2].

Жаротрубные котлы, как правило, применяются для малых мощностей и при низком давлении, не превышающем 30 бар, что сужает их сферу применения в ряде производственных отраслей. В отличие от них, водотрубные котлы обладают более широкими возможностями использования, что способствует их активному применению в крупных промышленных установках [1].

Итоговая сравнительная характеристика сведена в таблицу 1.

Таблица 1 – Сравнение водотрубного и жаротрубного котлов

Критерий сравнения	Жаротрубный котел	Водотрубный котел
Габаритные размеры	Ниже	Выше
Стоимость	Ниже	Выше
Обслуживание	Простая очистка	Сложность к доступу к поверхностям нагрева
Время монтажа	Ниже	Выше
Качество воды	Повышенные	Стандартные
Безопасность	Высокая	Высокая
КПД	Высокий	Более низкий
Диапазон нагрузок	25 %–100 %	70 %–100 %

Заключение

При выборе между жаротрубными и водотрубными котлами важно учитывать такие факторы, как требуемая мощность, тип топлива, условия эксплуатации и стоимость. Например, для небольших производств или жилых зданий жаротрубные котлы могут быть более подходящими из-за их простоты и меньших затрат на установку. В то время как для крупных промышленных предприятий, где требуется высокая производительность и эффективность, водотрубные котлы могут стать оптимальным решением. Каждый тип котла имеет свои сильные и слабые стороны. Правильное решение может значительно повысить эффективность работы всего технологического процесса.

Литература

1. Водотрубные и жаротрубные котлы: основные отличия и преимущества: [сайт]. – URL: <https://kzko-gaz.ru/articles/vodotrubnye-i-zharotrubnye-kotly-osnovnye-razlichiya-i-preimushchestva.html> (дата обращения: 24.02.2025).
2. Сравнение жаротрубных и водотрубных котлов: [сайт]. – URL: <https://energy-gk.ru/blog/> (дата обращения: 24.02.2025).