

УДК 621.181.12

В. В. АФТАНЮК, канд. техн. наук, доц., С. К. БАНДУРКИН, канд. техн. наук, доц.

А. Л. ПОЛЯКОВ, бакалавр, Ю. Г. ПОПОВ, ассистент

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ВОДОТРУБНЫХ КОТЛОВ

Приведено краткое описание развития конструкций паровых и водогрейных котлов. Рассмотрена проблема применения импортных диффузионных горелок на отечественных водотрубных котлах. Указаны варианты ее решения.

Наведений короткий опис розвитку конструкцій парових і водогрійних котлів. Розглянута проблема застосування імпорتنних дифузійних пальників на вітчизняних водотрубних котлах. Зазначені варіанти її рішення.

Развитие конструкций паровых и водогрейных котлов идет по трем основным направлениям [1, 2] в зависимости от типа омывания газами поверхности нагрева – водотрубные, газотрубные и комбинированные. В водотрубных котлах теплоноситель движется внутри разделительной поверхности, которую омывают дымовые газы. В газотрубных котлах процесс теплообмена происходит наоборот, то есть дымовые газы движутся внутри разделительной поверхности, а теплоноситель ее омывает. В случае комбинированного теплообмена, часть элементов котла работает по водотрубному, а часть – по газотрубному принципу.

Первоначально газотрубные котлы состояли из горизонтального цилиндра и нескольких труб большого диаметра (жаротрубные котлы) или цилиндра и пучка труб малого диаметра (дымогарные котлы) [1].

Котлы с дымогарными трубками позволяли получать в единице объема основного барабана большую поверхность нагрева, по сравнению с жаровыми трубами. Благодаря такому техническому решению увеличивалась паропроизводительность при сохранении габаритных размеров.

Наибольшую теплопередающую поверхность была достигнута комбинированными газотрубными котлами, в которых топкой являлась жаровая труба, а конвективной поверхностью – дымогарные трубки. Однако, вышеперечисленные конструкции имели и существенные недостатки, основными из которых являются:

- высокая металлоемкость и большие габариты;
- низкая надежность жаровых труб;
- ограничивающая паропроизводительность до 2–4 т/ч;
- сложность получения высоких параметров пара;
- высокая склонность к забиванию дымогарных труб золой, что приводит к усложнению эксплуатации и снижению КПД.

Конструкция водотрубного котла значительно сложнее газотрубного, но она обладает рядом значительных преимуществ: практически полная взрывобезопасность, ускоренный разогрев, простота регулировки в соответствии с изменяющейся нагрузкой, допускает значительную перегрузку, умеренная требовательность к качеству поступающей воды, повышенная долговечность, транспортабельность. Из недостатков можно отметить большое количество агрегатов и узлов, составляющих котельную установку, в которых недопустимы протечки при высоких значениях температуры и давления. Кроме того, к агрегатам котла, работающим под давлением, затруднен доступ при их ремонте [2].

Водотрубный котел состоит из пучков труб, присоединенных концами к барабану (или барабанам) умеренного диаметра, при этом вся система монтируется над топочной камерой и заключается в наружный кожух. Направляющие перегородки заставляют топочные

газы несколько раз проходить через трубные пучки, благодаря чему обеспечивается более полная теплоотдача. Барабаны (разной конструкции) служат резервуарами для воды и пара. В топке котла часто предусматривают радиационные экраны, которые позволяют повысить тепловыделение при меньшей тепловой нагрузке на ее стенки, благодаря чему снижаются затраты времени на техническое обслуживание и повышается КПД. Кроме того, существенно снижаются требования к теплоизоляции стенок. Экраны выполняют в виде частых труб, по которым проходит котловая вода; образующийся в них пар отводится в паровой барабан. Такими экранами, полностью или частично, защищают стены топочного пространства. Трубы могут быть гладкими, с проставкой, плавниковыми, ошпированными, с огнеупорной обмазкой.

Водотрубные котлы бывают следующих типов: горизонтальные с продольным или поперечным барабаном, вертикальные с одним или несколькими паровыми барабанами, радиационные, вертикальные с вертикальным или поперечным барабаном и комбинации перечисленных вариантов, в некоторых случаях с принудительной циркуляцией.

Изложенные выше недостатки газотрубных котлов различных конструкций привели к тому, что от их производства в СССР отказались, и была принята концепция использования котлов водотрубного исполнения. На Западе же наряду с сохранением выпуска водотрубных котлов, выпускались газотрубные котлы для собственных нужд, а также на импорт [1].

Результатом вышеуказанной концепции явилось то, что на постсоветском пространстве действует огромное количество водотрубных котлов, например ДЕ, ДКВР, КВ-ГМ и др. [2], которые устарели и требуют модернизации. Как правило, они укомплектованы устаревшими горелками с ручным режимом регулирования и розжигом. Эксплуатация таких котельных установок экономически нецелесообразна, особенно при сохранении тенденции роста цен на топливо. Стандартное соотношение «газ-воздух» составляет примерно 1:10, оперативное изменение которого не предусмотрено конструкцией горелочного устройства. Недожог топлива возникает при недостаточном количестве воздуха поступающего в топочную камеру, что приводит к выбросу не сгоревшего газа в атмосферу и соответственно к повышенному расходу топлива. При избытке воздуха в топочной камере происходит образование ядовитых, загрязняющих атмосферу, соединений и наблюдается охлаждение топочного пространства. С точки зрения экономики и экологии такой режим работы недопустим. Также значительно затруднена автоматизация таких котельных. Поэтому целесообразна, замена устаревших отечественных горелок на полностью автоматизированные зарубежные, которая позволит добиться таких преимуществ [3]:

- уменьшение выбросов CO₂ в атмосферу за счет гибкого регулирования норм подачи воздуха;
- снижение энергозатрат путем применения плавного частотного регулирования;
- увеличение срока службы оборудования, в следствии правильной организации сжигания топлива;
- расширение диапазона регулирования, с целью обеспечения экономных режимов работы;
- увеличение КПД, в следствии, снижения потерь тепла с уходящими дымовыми газами и исключения неполноты сгорания топлива;
- снижение расхода пара на собственные нужды (например сажеобдувка);
- возможность применения любой современной автоматики или готовых решений автоматизации горелок. Возможность удаленного доступа и управления системами котельной;
- экономия электроэнергии;
- удобство эксплуатации и простота обслуживания.

Ведущими импортными производителями газовых и комбинированных горелок являются: Weishaupt, De Dietrich, Buderus, Cuenod, Giersch и другие.

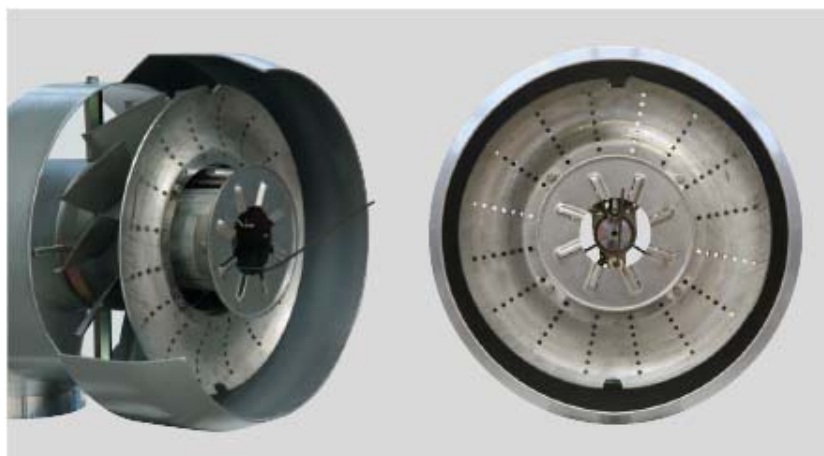
Применение зарубежных горелок весьма затруднено в связи с несоответствием габаритов

факела размерам камеры сгорания отечественных водотрубных котлов. Это связано с тем, что в Европе практически отсутствует производство водотрубных котлов, а новые конструкции горелок разрабатываются и производятся для работы с наддувными жаротрубными.

Для решения указанной проблемы компания Weishaupt выпустила горелки в исполнении SF (swirl-flame). Специальное смесительное устройство (рис. 1) позволяет сократить геометрию факела: 1SF на 50 %, 2SF на 30 % [4].



а)



б)

Рис. 1. Смесительные головки горелки Weishaupt в исполнении SF:
а) – SF-1, б) – SF-2

Диапазон регулирования режимных параметров горелок, оснащенных вышеуказанными смесительными устройствами, по мнению авторов, не обеспечивает полноты решения возникающих проблем при их использовании. Недостаточная турбулизация и закручивание потока, снижает качество процесса сжигания топлива.

Предлагаемая авторами конструкция оборудуется двумя встречными рядами лопаток расположенными внутри смесительного устройства (рис. 2). Такое усовершенствование увеличивает турбулизацию и закручивание потока и как следствие улучшает процесс горения. Расширяет диапазон регулирования параметров факела, что решает проблему использования зарубежных горелок практически с любыми отечественными водотрубными котлами.

На основании вышеизложенного материала подготовлена заявка на патент Украины (Заявка на патент Украины № u 2009 11374. «Вихревая горелка для сжигания газообразного и жидкого топлива». Авторы: Афтанюк В. В., Бандуркин С. К., Поляков А. Л., Попов Ю. Г.).

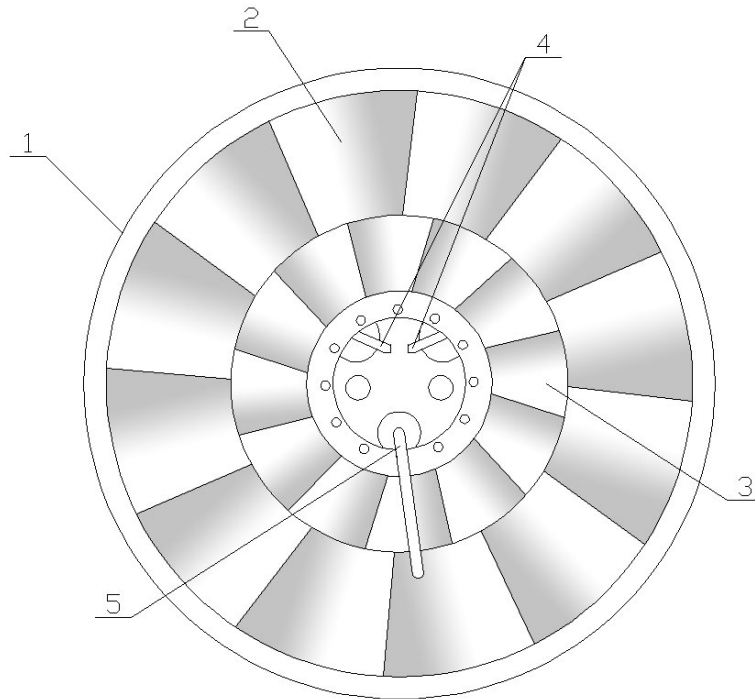


Рис. 2. Смесительное устройство с двумя встречными рядами лопаток по заявке на патент Украины № и 2009 11374.

1. Корпус смесительного устройства.
2. Набор направляющих лопаток .
3. Второй ряд встречных направляющих лопаток.
4. Электроды запала.
5. Электрод ионизации.

На основе вышеизложенного материала видно, что модернизация котельных установок, путем замены устаревшего горелочного оборудования, не только значительно дешевле их полной реконструкции, но и позволяет достичь высоких показателей эффективности и полной автоматизации процессов.

Список литературы

1. С. Г. Каспаров, Особенности современных жаротрубных котлов для отопительных систем. // Энергосбережение, Энергетика, Энергоаудит. – 2007, № 12. – С. 35 – 53;
2. А. К. Зыков. Паровые и водогрейные котлы. Справочное пособие. Энергоатомиздат, 1987;
3. Ю. М. Липов, Ю. М. Третьяков. Котельные установки и парогенераторы. 2006г, – 592 с;
4. Каталог горелок Weishaupt исполнения SF (swirl-flame) от 500 до 17,500кВт;

MODERNIZATION OF WATER-TUBE BOILERS

V.V. AFTANIUK, Cand. Tech. Siens., Docent., S.K. BANDURKIN, Cand. Tech. Siens., Docent., A. L. POLIAKOV, Bachelor, Y.G. POPOV, Assist.
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa.

Brief review of the development various designs for steam and hot water boilers are resulted. The problems of diffusion in imported burners for water-tube boilers has been searched. The variants of the solution are given.

Поступила в редакцию 14. 04 2010 г.