

А.Р. Хажиудинова, О.А. Степанова, М.В. Ермоленко, А.Б. Касымов
Университет имени Шакарима города Семей

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛООБМЕНА В КОНВЕКТИВНОЙ ЧАСТИ КОТЛА КВТ-116,3-150 ПОСРЕДСТВОМ ОПТИМИЗАЦИИ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ

Аннотация: Вопросы шлакования и загрязнения поверхностей нагрева паровых и водогрейных котлов сохраняют свою актуальность, несмотря на многочисленные исследования, а также большой опыт проектирования и эксплуатации котельного оборудования при сжигании различных углей. Загрязнение рабочих поверхностей котла приводит к уменьшению коэффициента теплопередачи, коэффициента полезного действия (КПД) и тепловой мощности. Отложения из дымовых газов в трактах котла увеличивают аэродинамическое сопротивление и как следствие, увеличивается расход электроэнергии, расходуемой дымососами. Частые пуски и глубокие разгрузки котельных агрегатов при очистке от отложений приводят к быстрому изнашиванию поверхностей нагрева, снижают надежность оборудования, повышают объем ремонтных и восстановительных работ, снижают рабочий ресурс котла. В статье приведены результаты исследования современных способов очистки котельных агрегатов от отложений и обоснование выбора технологии очистки поверхностей нагрева котельного агрегата КВТ-116,3-150 ТЭЦ-1 города Семей.

Ключевые слова: котельный агрегат, поверхности нагрева, загрязнение, очистка, эффективность.

Введение

Одной из проблем при эксплуатации котлов, работающих на твердом топливе, является шлакование поверхностей нагрева, что отрицательно сказывается, как на состоянии и работе оборудования, так и в целом на вопросах их экономичности и загрязнения окружающей среды [1]. Забивание труб золой вызывает необходимость остановки котла на расшлаковку и выявления причин падения эффективности работы агрегата.

Исследуемый котельный агрегат КВТ-116,3 -150 установлен на ТЭЦ-1 города Семей. В настоящее время котлоагрегат эксплуатируется с ежемесячным остановом для очистки поверхностей нагрева от отложений. Кроме того, затрачивается время на необходимость снижения температуры очищаемых поверхностей нагрева до приемлемых значений, что влечет за собой увеличение времени простоя котельного агрегата в течение отопительного периода. Основные способы очистки поверхностей нагрева современных котельных агрегатов от шлакозольных отложений представлены на рисунке 1 [2].



Рисунок 1 – Современные способы очистки котельных агрегатов

Согласно исследованиям, отечественных и зарубежных ученых единственной, оптимальной технологии для очистки поверхностей нагрева всех котельных агрегатов от различного рода отложений не существует. Каждый из представленных способов имеет свои преимущества и недостатки. При выборе технологии очистки решающую роль играют комбинации различных факторов: тип котельного агрегата, производительность, род топлива и его качественный состав, величина и состав образующихся отложений, экономичность планируемого способа очистки, наличие специального оборудования и квалифицированного персонала, климатические условия и многие другие [3, 4].

Для удаления отложений с поверхностей нагрева воздухоподогревателя исследуемого котельного агрегата КВТ-116,3-150 предусмотрена механическая очистка с помощью специальных щеток, скребков, штанг и пик. Механический способ является самым дешевым и простым из представленных на рисунке 1. В случае необходимости внутренней очистки поверхностей нагрева ВЗП (на это может указывать увеличение температуры уходящих дымовых газов за котлоагрегатом, уменьшение температуры нагретого воздуха на входе в котел, падение КПД котла и др.) от отложений требуется останавливать котельный агрегат и затрачивать время на «остывание» опускного газохода. Тем самым уменьшается годовой коэффициент рабочего времени (фактическое число часов работы котла, отнесенное к 8760 часам в году), увеличивая простой котельного агрегата в течение эксплуатационного периода [5].

Степень загрязнения труб ВЗП определяют при их визуальном осмотре, просвечиванием или пробивкой штангой. При использовании механических приспособлений с острыми режущими краями возможно повреждение стенок труб, истончение металла поверхности, образование трещин и расколов. Исходя из вышеизложенного следует вывод, что в настоящее время существует необходимость выбора дополнительного способа для регулярной очистки ВЗП непосредственно во время работы котельного агрегата.

Для воздухоподогревателей котлов, работающих на твердом топливе с низким содержанием серы (в угле Каражыра содержание серы 0,26% от общего состава топлива) допускается обмывка водой с температурой 60–70 °С и при давлении 0,3–0,4 МПа. С экономической точки зрения данный способ очистки от отложений является приемлемым ввиду наличия дешевых водных ресурсов и низких затрат на их предварительную подготовку. В качестве обдувочного агента можно использовать воду, подогреваемую в конвективной части котла. Скопления золы перед обмывкой должны быть удалены. К отрицательным сторонам такого способа очистки относится риск повреждения и истончения металла поверхностей нагрева при воздействии на него высоким давлением струи, опасность структурных повреждений труб от теплового удара. В низкотемпературной зоне происходит интенсификация процессов коррозии поверхности нагрева ВЗП, поэтому количество водяных обмывок должно быть минимальным, что делает невозможным использование этого метода в качестве регулярной очистки от отложений трубчатых воздухоподогревателей [6].

Химическая обмывка поверхностей нагрева воздухоподогревателя котельного агрегата нецелесообразна с экономической точки зрения ввиду высокой стоимости химических реагентов и отсутствия аппаратов их нанесения. Кроме того, как и в случае с водяной обмывкой, регулярная очистка ВЗП данным способом невозможна [7] так как частое взаимодействие химических реагентов с поверхностью теплообменника приводит к коррозийному, хрупкости и разрушению металла.

Метод углекислотной очистки или криобластинг не нашел широкого распространения в странах СНГ. Принцип действия данного способа очистки заключается в подаче под большим давлением и со скоростью примерно 300 м/с маленьких цилиндрических гранул сухого льда (CO_2) в слой отложений, которые мгновенно изменяют их агрегатное состояние из твердого в газообразное. В результате отложения быстро отслаиваются и разрушаются, а металлические поверхности не повреждаются. Гранулы сухого льда имеют короткий срок хранения (48 часов), что требует их производства на месте использования. Углекислотный метод в качестве регулярной очистки ВЗП от отложений не подходит к исследуемому котельному агрегату ввиду отсутствия специализированного оборудования для его осуществления и высокой стоимости его приобретения [7].

В Российской Федерации для очистки поверхностей нагрева котельных агрегатов распространена техника применения ударной волны. С помощью генератора ударных волн (выстрел дозированным зарядом пороха) создается волна, которая «стряхивает» отложения с очищаемых поверхностей. Для применения техники ударной волны на исследуемом котельном агрегате потребуются приобретение дорогостоящих генераторов ударных волн, что также отрицательно скажется на экономике предприятия [7].

Дробевой метод очистки конвективных трубчатых поверхностей нагрева котельного агрегата от отложений затронул как по времени, так и по ресурсам, применяется в крайних случаях, когда загрязнения создают угрозу остановки котлоагрегата [7]. Использование данного способа очистки сопровождается высоким риском повреждения металла очищаемых поверхностей при пропуске дробы. Особенно сильно страдает принимающая

поверхность, в которую падает дробь, поэтому должны быть предусмотрены дополнительные металлические слои для ее защиты. Потребуется установка громоздких устройств механического подъема дробы над конвективной шахтой и сбора дробы после ее использования.

Вибрационный метод очистки котельных агрегатов впервые был применен в Советском Союзе [8, 9]. Суть метода заключается в том, что в результате вынужденных колебаний очищаемых труб в слое отложений возникают силы инерции, которые при превышении сил сцепления золовых частиц между собой и с поверхностью труб приводят к разрушению отложений. Ввиду конструктивных особенностей ВЗП (частого расположения труб в теплообменнике с небольшими расстояниями между ними, вваренными концами труб в трубные доски), вибрационный способ для регулярной очистки поверхностей нагрева воздухоподогревателей используется редко.

Парогазовая обдувка является одним из наиболее распространенных методов очистки поверхностей нагрева современных котельных агрегатов. Основные факторы действующие на процесс обдувки динамический, термический и абразивный. При столкновении с отложениями кинетическая энергия струи обдувочного агента преобразуется в потенциальную энергию деформации слоя отложений. При попадании струи обдувочного агента на слой отложений, имеющий отличную от струи температуру, возникают термические напряжения в слое, приводящие к его разрушению. При сжигании твердых топлив в потоке газов находится значительное количество золы. В процессе обдувки струя обдувочного агента увлекает за собой поток дымовых газов, с содержащимися в нем взвешенными золовыми частицами, которые истирают периферийную часть слоя отложений [9].

Использование газовой обдувки в качестве регулярной очистки от отложений в ВЗП исследуемого котла оправдано с экономической точки зрения ввиду доступности обдувочного агента, в качестве которого можно использовать воздух и минимальных затрат на его предварительную подготовку. Для проведения такого способа очистки потребуется установка дополнительного насоса или небольшой реконструкции имеющегося оборудования.

Заключение

С учетом вышеизложенного, рассмотрев современные способы очистки поверхностей нагрева в имеющихся условиях в качестве регулярной очистки ВЗП от отложений рекомендуются применение газовой обдувки непосредственно во время эксплуатации котельного агрегата КВТ-116,3-150. Это позволит увеличить продолжительность непрерывной и бесперебойной работы теплообменника, снизить экономические затраты на его ремонт и обслуживание.

Стоит отметить, что обдувка ВЗП котла от отложений должна проводиться согласно производственной инструкции. Обдувку сжатым воздухом следует проводить по возможности при сниженной нагрузке котельного агрегата, при увеличенном разрежении в топке до 50÷70 Па и в определенной последовательности (по ходу газов): сначала обдувать поверхности нагрева, расположенные в топке, затем конвективную часть и воздухоподогреватель.

При обдувке следует соблюдать правила безопасности, работать в рукавицах и очках, предохранять себя от возможных ожогов и повреждений глаз при выбросе из люков золы и дымовых газов (обдувщик должен стоять в стороне от дверей). О проведении обдувки котла должен быть предупрежден персонал, обслуживающий данный котел. Обдувку необходимо прекратить, если во время ее проведения происходит выбивание газов через люки и неплотности обмуровки, а также при выявлении неисправностей котла или обдувочного устройства.

Литература

1. Янов С.Р. Разработка рекомендаций и мероприятий по обеспечению тепловой эффективности поверхностей нагрева пылеугольных паровых котлов: дис. ... канд. техн. наук: 05.14.04. – Красноярск, 2010. – 144 с.
2. URL: <http://stem-com.ru/оборудование/промывочные-агрегаты/> (дата обращения: 10.11.2020).
3. Тарасюк В.М., «Эксплуатация котлов»: практическое пособие для оператора котельной. Москва, ЭНАС, – 2011, – стр. 118.
4. Колосов А.В. Технологии очистки паровых котлов // Журнал «Новости теплоснабжения» №05 (197), 2014 г.

5. Надырова А.Р., Степанова О.А., Ермоленко М.В., Увалиев А.К. Исследование эффективности работы котельного агрегата КВТ-116,3-150 // Вестник ГУ имени Шакарима города Семей. – 2017, – Т. 1. № 1(77). – С. 11-16.
6. Трубчатые воздухоподогреватели стационарных котлов // Технические условия на капитальный ремонт / ТУ 34-38-20135-94.
7. URL: <http://stem-com.ru/оборудование/промысловые-агрегаты/> (дата обращения: 10.11.2020).
8. Лобанченко Н.Г., Гуляев М.А., Зудин Б.А. Обдувка поверхностей нагрева котельных агрегатов. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1952.
9. Гаврилов А.Ф., Малкин Б.М. Загрязнение и очистка поверхностей нагрева котельных установок. – М.: Энергия. 1980. – С. 130.

ТАЗАРТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ТАҢДАУДЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУ АРҚЫЛЫ КВТ-116,3 -150 ҚАЗАНДЫҒЫНЫҢ КОНВЕКТИВТІ БӨЛІГІНДЕГІ ЖЫЛУ БЕРУ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ

А.Р. Хажидинова, О.А. Степанова, М.В. Ермоленко, А.Б. Касымов

Көптеген зерттеулерге және әртүрлі көмірді жағу кезінде қазандық жабдықтарын жобалау мен пайдаланудың үлкен тәжірибесіне қарамастан бу және су жылыту қазандықтарының жылыту беттерін ластану мәселелері өзектілігін сақтайды. Қазандықтың жұмыс беттерінің ластануы жылу беру коэффициентінің, тиімділік коэффициентінің және жылу қуатының төмендеуіне әкеледі. Қазандық трактілеріндегі түтін газдарының шөгінділері аэродинамикалық кедергіні арттырады және нәтижесінде түтін сорғыштары тұтынатын электр энергиясының шығыны артады. Шөгінділерден тазарту кезінде қазандық агрегаттарын жиі іске қосу және терең түсіру қыздыру беттерінің тез тозуына әкеледі, жабдықтың сенімділігін төмендетеді, жөндеу және қалпына келтіру жұмыстарының көлемін арттырады, қазандықтың жұмыс ресурсын төмендетеді. Мақалада қазандық агрегаттарын шөгінділерден тазартудың заманауи әдістерін зерттеу нәтижелері және Семей қаласының 1-ЖЭО КВТ-116,3-150 қазандық агрегатының қызу бетін тазарту технологиясын таңдаудың негіздемесі келтірілген.

Түйін сөздер: қазандық агрегаты, жылыту беттері, ластану, тазалау, тиімділік.

INCREASING THE EFFICIENCY OF HEAT EXCHANGE IN THE CONVECTIVE PART OF THE KVT-116,3 -150 BOILER BY OPTIMIZING THE CLEANING TECHNOLOGY

A. Khazidinova, O. Stepanova, M. Ermolenko, A. Kasymov

The issues of slagging and contamination of the heating surfaces of steam and hot water boilers remain relevant, despite numerous studies, as well as extensive experience in the design and operation of boiler equipment for burning various coals. Contamination of the working surfaces of the boiler leads to a decrease in the heat transfer coefficient, efficiency (efficiency) and heat output. Deposits from flue gases in the boiler paths increase the aerodynamic drag and, as a result, the consumption of electricity consumed by the flue pumps increases. Frequent starts and deep discharges of boiler units during cleaning of deposits lead to rapid wear of heating surfaces, reduce the reliability of equipment, increase the volume of repair and restoration work, and reduce the working life of the boiler. The article presents the results of a study of modern methods of cleaning boiler units from deposits and the rationale for the choice of technology for cleaning the heating surfaces of the boiler unit kW-116.3-150 of the city of Semey.

Key words: boiler unit, heating surfaces, pollution, cleaning, efficiency.

МРНТИ: 67.29.63

Ю.В. Буртыль

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

ПРЕДПОСЫЛКИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ СОСТОЯНИЕМ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы тенденции увеличения парка большегрузных транспортных средств и адаптивные подходы к системе управления дорожными активами. Отмечено, что устранение дефектов дорожного покрытия в последней фазе формирования деформаций конструктивных материалов, является не превентивным, а иногда весьма дорогостоящим техническим решением. Поэтому, комплекс действий по ремонту, дефектов, свидетельствующих об отказе работы дорожной конструкции, должен рассматриваться как последний этап мероприятий, направленный на сохранность и долговечность элементов автомобильной дороги. Также описаны нормативные пробелы системы управления дорожными активами в Республике Казахстан, основной из которых является несовместимость действующего жесткого предписывающего метода нормирования с гибким