



Столыпинский
вестник

Научная статья

Original article

УДК 621.182

РЕКОНСТРУКЦИЯ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ ДЛЯ ОБЪЕКТА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

RECONSTRUCTION OF WATER BOILERS FOR A HEAT POWER FACILITY

Селезнев Константин Александрович, магистрант, НАО «Карагандинский Технический Университет имени Абылкаса Сагинова», г. Караганда, e-mail: rikopro@mail.ru

Калытка Валерий Александрович, научный руководитель, к.ф.-м.н., PhD, и.о.профессора кафедры «Энергетические Системы» НАО «Карагандинский Технический Университет имени Абылкаса Сагинова», г. Караганда, e-mail: kalytka@mail.ru

Konstantin A. Seleznev, undergraduate, NJSC "Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov", Karaganda, e-mail: rikopro@mail.ru

Valery A. Kalytka, supervisor, Ph.D., PhD, Acting Professor of the Department of Energy Systems NJSC "Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov, Karaganda, e-mail: kalytka@mail.ru

Аннотация. Количество выбросов в атмосферу от различных энергетических источников ежегодно увеличивается в мире и в Казахстане. Одним из основных

направлений развития государств является поиск решения проблем высокой загазованности воздуха и его влияния на население и окружающую среду.

Основным видом топлива в Казахстане является уголь. Но большие объемы потребления угля образуют значительные выбросы парниковых газов CO₂. В результате в современных технологиях требуется применять и модернизации котельного оборудования и инновационные системы учета выбросов.

Реконструкция водогрейных котлов для объекта теплоэнергетики необходима для достижения оптимального уровня выбросов CO₂. Результатом данной работы является анализ особенностей модернизации водогрейных котлов (перевод с твердого топлива на газ) и получаемых положительных результатов вследствие обновления оборудования.

Так как в большинстве случаев применяются расчетные способы определения уровня выбросов CO₂, то зачастую данные значения значительно выше фактических и являются не достоверными. Предприятия теплоэнергетики ограничены квотами по уровню выбросов. Поэтому требуется на первом этапе производить модернизацию энергетического оборудования, и далее выполнять замеры по фактическому уровню выбросов CO₂, так как предприятия теплоэнергетики должны обеспечить потребителей заданным объемом энергии (тепловой и электрической), при это не превышать установленный уровень выбросов CO₂. Расчетный способ является недостоверным, требуется внедрять инновационные автоматизированные системы контроля выбросов CO₂, принцип работы которых рассмотрен далее по тексту.

Методы проведённых исследований: теоретический, эмпирический

Основные результаты научного исследования: Выполнен анализ технической документации, проведена практическая работа с обновленным оборудованием, наблюдение результатов модернизации на практике.

Annotation. The amount of emissions into the atmosphere from various energy sources is increasing annually in the world and in Kazakhstan. One of the main

directions of the development of states is the search for solutions to the problems of high air pollution and its impact on the population and the environment.

The main type of fuel in Kazakhstan is coal. But large volumes of coal consumption generate significant CO₂ greenhouse gas emissions. As a result, modern technologies require the use and modernization of boiler equipment and innovative emission accounting systems.

Reconstruction of hot water boilers for a heat power facility is necessary to achieve the optimal level of CO₂ emissions. The result of this work is an analysis of the features of the modernization of hot water boilers (transition from solid fuel to gas) and the positive results obtained as a result of equipment upgrades.

Since in most cases calculation methods for determining the level of CO₂ emissions are used, these values are often much higher than the actual ones and are not reliable. Thermal power enterprises are limited by emission quotas. Therefore, it is required at the first stage to modernize power equipment, and then measure the actual level of CO₂ emissions, since thermal power plants must provide consumers with a given amount of energy (heat and electricity), while not exceeding the established level of CO₂ emissions. The calculation method is unreliable, it is required to introduce innovative automated CO₂ emission control systems, the principle of operation of which is discussed further in the text.

Research methods: theoretical, empirical

The main results of scientific research: The analysis of technical documentation was carried out, practical work was carried out with updated equipment, and the results of modernization were observed in practice.

Ключевые слова: объект теплоэнергетики, водогрейные котлы, совместное сжигание, твердое топливо, газообразное топливо, КПД, измерительная система контроля уровня выбросов.

Key words: thermal power facility, hot water boilers, co-firing, solid fuel, gaseous fuel, efficiency factor, emission control measuring system.

Реконструкция водогрейных котлов для объекта теплоэнергетики направлена на замену классического твёрдого топлива (уголь) на газообразное топливо. Данная модернизация необходима для сокращения выбросов парниковых газов и достижения предельных квот для энергетического предприятия [1].

Так как все предприятия теплоэнергетики имеют обязательства в соответствии с экологическим кодексом республики Казахстан [2] снизить выбросы в 2030 году, то проводятся масштабные реконструкции энергетических котлов, для того чтобы появилась возможность применять вместо традиционного топлива (уголь) газообразное, при сгорании которого выделяется в три раза меньше выбросов CO₂ чем при сжигании угля.

В ходе выполнения работ были проведены расчёты и анализ работы оборудования [3], [4], установлено следующее: после модернизации водогрейных котлов есть возможность применять отдельно газовые горелки и угольную топку а следовательно котлы можно использовать в разных режимах горения и также перейти на сжигание только газообразного топлива. Но также есть возможность использовать совместное сжигание двух топлив одновременно.

Согласно технической документации производителя водогрейных модернизированных котлов совместное одновременное сжигание топлива возможно при соотношении 30% газообразного топлива и 70% твердого топлива.

Были проведены расчёты стоимости топлива, расчеты выбросов CO₂ [5], расчеты КПД котлов [6] при разной наружной температуры, количество тепловой энергии, при режиме если будет сжигаться только уголь и при режиме если будет сжигаться только газообразное топливо.

В результате расчётов установлено что стоимость угля в два раза меньше чем стоимость газа. Так как стоимость твердого топлива значительно ниже, чем стоимость газообразного топлива, то сжигание угля является более

экономичным. Но при сжигании угля образуются огромные выбросы которые превышают установленные квоты для предприятия в 2,5 раза.

Также были проведены расчёты отдельно сжигание газа при котором выбросы составляют норму, согласно установленными законом квотами для предприятия то есть количество выбросов попадает в котируемый предел.

Также были проведены расчёты совместного сжигания угля и газа и установлена что данный способ достаточно эффективный (30/70). Так как при данной системе сжигания не получается входить в рамки установленных квот и не превышать их значение по выбросам CO₂, рекомендуется в проекте применить не расчетный способ определения выбросов CO₂ а инструментальный.

Следовательно в результате расчётов выстраивание математических моделей принято решение внедрить на предприятии инновационную переносную систему автоматизированного экологического мониторинга (система учета выбросов), которая позволит измерить точные значения выброса в CO₂ и определить те допустимые режимы работы оборудования, которые необходимые для достижения уровня установленных квот по выбросам CO₂.

Система учета выбросов является инновационным продуктом комплексной инжинирингового направления, которая включает предпроектные проработки, проектирование, установку и сервисное обслуживание системы.

Программа разработана с использованием SCADA системы, работающей с базами данных и обладающая возможностями надстройки и масштабирования, которая является основой для предлагаемого проекта.

Разработанный программный продукт позволяет выполнять действия с массивом архивных данных, полученных с приборов учёта тепла и анализаторов количества отходящих дымовых газов, установленных на объектах, с возможностью построения сравнительных таблиц, графиков и контроля критических значений. Разработанный программный продукт получил название - «ДПК: Анализ ресурсов». Кроме разработки алгоритма и интерфейса программного продукта и системы мониторинга, проведена практическая

апробация работы программы на пилотных объектах. Основной эффект от внедрения системы мониторинга заключается в том, что ее использование позволяет обеспечить качественно новый уровень управления технологическим процессом энерго- и теплоснабжающих предприятий с использованием измерительного оборудования нового поколения и современных информационных технологий. Система учета выбросов состоит из первичных преобразователей измерения концентрации и расходов газов; блока интеллектуального расчета фактических значений массовой концентрации выбросов; блока передачи информации.

Уникальность системы учета выбросов заключается в том, что выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от всех источников энергетического предприятия будут рассчитываться индивидуально для каждого типа источников, с учетом производственных особенностей на основании режима работы объекта, что позволит обеспечить точность и непрерывность измерений и сокращения как финансовых расходов на оплату штрафов за нарушение экологических норм по выбросам, так и будет способствовать повышению эффективности работы предприятия в целом.

На время первоначальной калибровки на источнике выбросов устанавливается система учета выбросов для инструментального контроля выбросов, а также комплекс измерительного оборудования для отслеживания режимов работы объекта. В течение некоторого времени (предположительно 1 месяц) разрабатываемая система выстраивает многопараметрические зависимости выбросов загрязняющих веществ от режима работы источника выбросов.

После окончания процесса первоначальной калибровки система учета выбросов демонтируется с первого источника выбросов, и дальнейший мониторинг с высокой степенью точности производится исключительно на основании установленных разрабатываемой системой алгоритмов.

Демонтированная система учета выбросов в дальнейшем применяется для калибровки на других источниках (котлов).

Данное решение значительно снижает стоимость организации мониторинга выбросов загрязняющих веществ для предприятий, а также упрощает обслуживание таких систем, которое, в данном случае, заключается только в периодической калибровке.

В процессе выполнения измерений будут учтены следующие факторы:

- При выявлении ошибок планируется срочное устранение их квалифицированным персоналом, а также постоянный мониторинг текущего состояния системы теплоснабжения централизованных объектов.

Выводы: Данная система учёта выбросов позволит максимально точно установить количество выбросов от источников выработки тепловой энергии, а также сделать прогнозируемый анализ выбросов с учётом сопутствующих факторов температуры КПД и так далее.

В результате внедрения такого способа учёта выбросов CO₂, будет обеспечено получение достоверной информации и ведение отчётности для контролирующих органов.

После модернизации водогрейных котлов и применения системы учёта выбросов будет возможно добиться требуемых показателей выбросов загрязняющих веществ, при различных вариантах использования топлива на существующих источниках производства тепловой энергии.

Литература

1. Кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года № 400-VI «Экологический кодекс Республики Казахстан» (с изменениями и дополнениями от 27.12.2021 г.) Опубликован: «Казахстанская правда» от 5 января 2021 г. № 2 (29379); ИС «Эталонный контрольный банк НПА РК в электронном виде» 8 января 2021 г.; «Ведомости Парламента Республики Казахстан» № 2-I(б) (2821), 2021 год.

2. Приказ Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 10 марта 2021 года № 63. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 11 марта 2021 года № 22317, Об утверждении Методики определения нормативов эмиссий в окружающую среду.
3. Расчет процессов горения. М .С. Демченко, А.Н. Токарева, С.В. Панченко, Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2021, 88 с.
4. В.Н. Диденко. Расчет состава и температуры продуктов полного сгорания природного газа. - Ижевск: ИжГТУ, 1996г.
5. Методические рекомендации оценки статистической отчетности по углеродоемкости для предприятий и отраслей экономики Приложение 30 к приказу Министра охраны окружающей среды № 298 от 29 ноября 2010 г.
6. Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод) / Н. В. Кузнецов, В. В. Митор, И. В. Дубовский, Э. С. Карасина. М. : Энергия, 1973.

References

1. Code of the Republic of Kazakhstan dated January 2, 2021 No. 400-VI "Environmental Code of the Republic of Kazakhstan" (with amendments and additions dated December 27, 2021) Published: "Kazakhstanskaya Pravda" dated January 5, 2021 No. 2 (29379); IS "Reference control bank of NPA RK in electronic form" January 8, 2021; "Bulletin of the Parliament of the Republic of Kazakhstan" No. 2-I (b) (2821), 2021.
2. Order of the Minister of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan dated March 10, 2021 No. 63. Registered with the Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan on March 11, 2021 No. 22317, On approval of the Methodology for determining the standards for emissions into the environment.

3. Calculation of combustion processes. М .S. Demchenko, A.N. Tokareva, S.V. Panchenko, Azov-Chernomorsk Engineering Institute, Donskoy State Agrarian University, 2021, 88 p.
4. V.N. Didenko. Calculation of the composition and temperature of products of complete combustion of natural gas. - Izhevsk: IzhGTU, 1996.
5. Methodological recommendations for assessing statistical reporting on carbon intensity for enterprises and sectors of the economy Appendix 30 to the order of the Minister of Environmental Protection No. 298 of November 29, 2010
6. Thermal calculation of boiler units (normative method) / N. V. Kuznetsov, V. V. Mitor, I. V. Dubovsky, E. S. Karasina. М. : Energy, 1973.

© Селезнев К. А., Калытка В. А., 2021 Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №9/2022.

Для цитирования: Селезнев К. А., Калытка В. А. РЕКОНСТРУКЦИЯ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ ДЛЯ ОБЪЕКТА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ// Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №9/2022.