

УДК 621.31

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПРЯМОТОЧНЫХ  
КОТЛОВ ЗА СЧЕТ ИХ НАДСТРОЙКИ ГАЗОПОРШНЕВЫМИ  
АГРЕГАТАМИ****IMPROVING THE EFFICIENCY OF DIRECT-FLOW BOILERS  
DUE TO THEIR SUPERSTRUCTURE WITH GAS PISTON UNITS**

Е.Д. Жабров, Е.А. Иссарь

Научный руководитель – Н.В. Левшин, доцент, к.т.н.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

E. Zhabrov, E. Issar

Supervisor – N. Levshin, Candidate of Technical Sciences, Docent

Belarusian national technical university, Minsk

**Аннотация:** *В данной статье рассматривается технология прямооточных котлов с надстройкой газопоршневыми агрегатами, которая используется для повышения эффективности работы.*

**Abstract:** *This article discusses the technology of direct-flow boilers with superstructure of gas piston units, which is used to improve work efficiency.*

**Ключевые слова:** *прямоточные котлы, газопоршневые агрегаты, эффективность, выбросы загрязняющих веществ, устойчивое развитие.*

**Keywords:** *direct-flow boilers, gas piston units, efficiency, emissions of pollutants, sustainable development.*

**Введение**

В настоящее время, перед современной энергетической отрасли возникает множество проблем, связанных с необходимостью повышения эффективности работы энергетических систем и уменьшения вредного воздействия на окружающую среду по всему миру. Потребности в энергии, вызванные промышленным развитием, требуют от компаний внедрения инновационных технологий и усовершенствования существующих систем и механизмов. Одним из перспективным решением в этой области является надстройка газопоршневыми агрегатами прямооточных котлов для повышения общей эффективности работы. Данный подход сможет не только увеличить общую тепловую мощность установки, но и так же существенно увеличить эффективность использования горючего топлива. Это особенно актуально в условиях ограниченных ресурсов, которые уменьшаются с каждым годом в большом количестве, но и также при ежегодном росте цен на энергоресурсы. Особое внимание уделяется снижению выбросов парниковых газов и других загрязняющих элементов, что становится важной задачей в борьбе с изменением климата не только в нашей стране, но и по всему миру.

**Основная часть**

Повышение эффективности работы прямооточных котлов за счет их надстройки газопоршневыми агрегатами (ГПА) с каждым годом становится всё более распространенной в энергетической отрасли. Данные установки работают по принципу когенерации. Производство электрической и тепловой энергии происходит одновременно. ГПА позволяет использовать отработанное тепло, не

только для подогрева воды в котлах, но также и для пара. Это значительно повышает общую эффективность системы. В настоящее время, эта технология становится особенно актуальной в условиях возрастающих требований к уменьшению выбросов вредных элементов в окружающую среду и повышению эффективности энергетических установок.

Принцип работы ГПА состоит из сжатия, зажигания и расширения газов внутри поршневого двигателя. Изначально, процесс начинается с подачи в цилиндр воздушно-топливной смеси, там она сильно сжимается поршнями, а затем смесь поджигается свечой зажигания и молниеносно расширяется. Этот “первый этап” приводит к тому, что смесь толкает поршни и механическая энергия, преобразуется в электричество с помощью генератора.

Газопоршневые агрегаты (ГПА) могут работать как на природном газе, так и на биогазе, что позволяет значительно сократить многочисленные выбросы углекислого газа по сравнению с угольными или дизельными установками. Вначале, через специальную систему подачи газа, топливо подаётся в цилиндры, где смешивается с воздухом и образуется горючая смесь. Главной частью технологии является система зажигания, которая обеспечивает воспламенение смеси в цилиндрах, тем самым способствует равномерному и эффективному сгоранию топлива. После рабочего хода, сгоревшие газы выводятся через выпускные клапаны и направляются в систему выхлопа. Для поддержания нормальной температуры и работы подвижных частей двигателя, ГПА оснащены системами охлаждения и смазки. Системы охлаждения, через рубашки двигателя, циркулируют хладагент, обеспечивая отвод тепла, который выделяется при сгорании. Смазка распределяется по подвижным частям для уменьшения трения и предотвращения износа деталей.

Одним из ключевых факторов, которые делают технологию использования прямоточных котлов в сочетании с газопоршневыми агрегатами (ГПА) столь привлекательной, является возможность увеличить коэффициент полезного действия (КПД) системы. Применяв технологию, КПД может вырасти на 5-15 %, в зависимости от условий эксплуатации и параметров конкретной установки [1]. Интеграция позволяет значительно оптимизировать процессы.

За счет использования излишнего тепла в ГПА, снижаются тепловые потери, что позволяет наиболее эффективно преобразовывать энергию, полученную в результате сжигания. Сам процесс происходит следующим образом: образования пара в прямоточных котлах при сжигании топлива, выделяется огромное количество тепла, вместо того, чтобы неэффективно использовать это тепло просто выбрасывать его в атмосферу, система позволяет переработать излишнее тепло для нагрева газа, подаваемого в газопоршневые агрегаты. Для такого интересного метода использования применяются теплообменные системы, которые позволяют передавать тепло от горячих газов, выходящих из котла, к потоку газа, который будет сгорать в агрегатах. Температура повышается, за счет системы, которая перед сжиганием нагревает газ, что увеличивает эффективность этого процесса и обеспечивает более полное использование топлива.

Согласно недавним исследованиям, применяв технологию ГПА вместе с работой прямоточных котлов возникают новые и важные преимущества в экологическом плане. Самые важные аспекты, это то, что угарный газ (CO),

углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) и окислы азота ( $\text{NO}_x$ ) за счет полного сжигания топлива и когенерации выбросов вредных элементов снижаются в большом количестве. Выбросы  $\text{CO}_2$  и  $\text{NO}_x$  уменьшатся на 30% за счет когенерации и это позволяет многим предприятиям, которые начнут использовать данную технологию соответствовать современным стандартам в области охраны окружающей среды и также способствует снижению углеродного следа. Использование ГПА является важным шагом на пути к устойчивому развитию, учитывая современные глобальные усилия по переходу на более чистые источники энергии [2].

Помимо всех прочих выгод, системы с использованием ГПА, в связки с прямоточными котлами, предлагают отличную гибкость в эксплуатации системы. Прямоточные котлы, идеальное решение для использования на промышленных предприятиях с постоянным потреблением энергии, так как они могут наиболее эффективно работать в условиях переменной нагрузки. Технология позволяет адаптировать работу системы к потребностям производства наиболее эффективно, повышая надежность и уменьшая потери энергии. Кроме всего прочего, газопоршневые агрегаты позволяют работать на различных видах топлива, включая природный газ или биогаз, что является подтверждением ее гибкости в выборе различных источников энергии.

Первоначальные затраты на установку ГПА могут быть значительными, но экономическая эффективность таких систем проявляется только в долгосрочной перспективе. Технология быстро окупаются за счет экономии топлива и повышения общей эффективности предприятия. Увеличение КПД позволяет сократить операционные затраты, а снижение выбросов делает возможным использование различных программ направленных на улучшение экологической обстановки.

Кроме всего прочего, системы с ГПА обеспечивают простоту обслуживания. Современные системы управления позволяют точно регулировать процессы производства энергии, что минимизирует риск аварий и обеспечивает более безопасную эксплуатацию. ГПА также способствуют снижению нагрузок на котёл, что увеличивает его срок службы и сокращает расходы на техническое обслуживание.

Прямоточные котлы, как с газопоршневыми агрегатами (ГПА), так и без них, имеют свои особенности и недостатки, которые стоит учитывать при выборе технологии для энергетической системы: Без использования ГПА прямоточные котлы однозначно столкнутся с рядом трудностей. Без газопоршневых агрегатов, котлы не могут производить электричество, так как не поддерживают процесс когенерации и вся энергия расходуется исключительно на выработку тепла, что ограничивает функциональность. Самая главная проблема заключается в низком коэффициенте полезного действия (КПД). Значительная часть тепла теряется через выхлопные газы, поскольку тепло не утилизируется и не используется повторно, всё это ведет нас к высоким потерям энергии и необходимости сжигать все больше топлива для поддержания необходимой температуры и давления в системе. В условиях быстро растущих цен на топливо, такие потери приводят к расходам, что негативно сказывается на экономический аспект такой технологии.

Применив газопоршневые агрегаты (ГПА) вместе с прямоточными котлами, позволит нам значительно улучшить характеристики нашей энергетической системы, но как и все другие технологии, она имеет некоторые недостатки. Главным

недостатком системы - повышенная стоимость первоначальной установки ГПА. Интеграция требует значительного капиталовложения, обычно это становится существенным барьером для многих предприятий страны, особенно если мы говорим про небольшие производства. Также технология ГПА требуют ответственного технического обслуживания. Требуется постоянный контроль за работой систем контроля и дополнительных. Эксплуатация данных установок нуждается в квалифицированном персонале и тем самым приводит к увеличению затрат на ремонт и техническое обслуживание. Кроме всего прочего, ГПА по своей сути значительно снижают выбросы вредных веществ в атмосферу, что положительно влияет на экологию, но за счёт повышения КПД, они всё ещё зависимы от множества различных ископаемого топлива, например природный газ, тем самым сохраняет определенные экологические риски [3].

### **Заключение**

Несмотря на некоторое количество сложностей возникающих при внедрении этой технологии на предприятия, метод безусловно остается отличной альтернативой для повышения эффективности станции. Также технология является эффективным решением по борьбе с негативным воздействием на мировую экологическую систему. Применяв комбинацию ГПА с прямоточными котлами, мы сможем оптимизировать использование топлива и увеличить тепловую мощность. Это является особенно актуальным в условиях необходимости снижения выбросов и загрязняющих элементов в окружающую среду. К сожалению, в данный момент времени, технология еще мало известна во многих странах, поэтому необходимо дальнейшее её развитие и исследование для масштабного внедрения этого метода, и самое главное – тестирование данной технологии, для получения более оптимального подхода по внедрению её. Это гарантированно окажет положительное влияние как на экологический аспект, так и на общий КПД всей энергетической системы, снизится количество использованного горючего топлива и появится ещё ряд преимуществ, которые были описаны немного ранее. С растущим, каждый год, спросом на электроэнергию и ужесточение экологических норм, приведет нас к тому, что пора бы улучшить и оптимизировать существующие технологии, что в конечном итоге мы добьемся более устойчивой и надежной энергетической системе.

### **Литература**

1. SPIRAXSARCO [Электронный ресурс] / Boiler Efficiency and Combustion. – Режим доступа: [https://www.spiraxsarco.com/learn-about-steam/the-boiler-house/boiler-efficiency-and-combustion?sc\\_lang=en-GB](https://www.spiraxsarco.com/learn-about-steam/the-boiler-house/boiler-efficiency-and-combustion?sc_lang=en-GB) /. – Дата доступа 11.04.2022.
2. EPA.GOV [Электронный ресурс] / CHP Can Reduce Emissions While the Grid Transitions Towards Cleaner Energy. – Режим доступа: <https://www.epa.gov/chp/chps-role-decarbonization/> . – Дата доступа 14.06.2021.
3. ЭНЭКА [Электронный ресурс] / Газопоршневой агрегат или микротурбинная установка. – Режим доступа: <https://eneca.by/novosti/energetika-i-energoeffektivnost/gazoporshnevoy-agregat-ili-mikroturbinnaya-ustanovka?ysclid=m2j1rfz85w846947216/> . – Дата доступа 24.02.2021