

Была найдена оптимальная температур нагрева воды в контактном утилизаторе, равная 40,14 °С. С учетом скорости дымовых газов, принятой 8,7 м/с, прирост КПД составил 4,71 %, увеличивая КПД водогрейного котла ДКВР-50 с 92,5 % до 97,21 %.

Установка контактных теплообменников, предназначенных для более полного использования тепла уходящих газов котла ПТВМ-50 путем глубокого их охлаждения с целью повышения коэффициента использования топлива котлоагрегатов дает ощутимую экономию топлива. При этом тепло уходящих газов можно использовать для нужд отопления и горячего водоснабжения. Также за счет работы контактных теплообменников снижается содержание в уходящих газах оксидов азота.

Эффективное использование энергии, внедрение ресурсосберегающих технологий является приоритетным направлением хозяйственной деятельности. Это обусловлено тем, что строительство мощностей для производства тепловой и электроэнергии обходится в 2–5 раз дороже, чем проведение мероприятий по энергосбережению без коренной перестройки производства.

Список использованных источников

1. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышения энергетической эффективности в Российской Федерации в 2021 году. – М.: ЦСР. 2022. – 127 с.
2. Милевская, Т. А. Анализ технологий, повышающих энергоэффективность котельных. Научно-исследовательский центр «Technical Innovations», 2021. – № 5. – С. 215–219.
3. Ольхов, А. В. Повышение энергоэффективности процесса сжигания топлива в котельных установках. В сборнике: Новые информационные технологии в нефтегазовой отрасли и образовании: материалы VIII Международной научно-технической конференции. отв. ред. О. Н. Кузяков. 2019. – С. 232–236.
4. Соломин, И. Н., Даминов, А. З. Повышение эффективности работы водогрейной котельной на основе применения ОЦР-установки. Труды Академэнерго. 2017. № 4. – С. 49–57.
5. Спильник, Е. Р., Шемякин, В. Н., Хоменок, Л. А. Пути повышения энергоэффективности и улучшения эксплуатации характеристик водогрейных котлов типа ПТВМ. Надежность и безопасность энергетики. 2012. № 3 (18). – С. 44–46.
6. Журавов, А. А. Реконструкция котлов ПТВМ-100 и ПТВМ-50 – реальный путь решения проблемы дефицита тепловых мощностей для города, «Новости теплоснабжения», № 01 (01), 2000 г. URL: «Ростепло». – https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=1480. – Дата доступа: 05.03.2025.
7. Шкондин, И. А., Усиков, Н. В., Свирикин, И. Г. Результаты испытаний котла типа ПТВМ-50 после замены горелок. Известия высших учебных заведений. Электромеханика. 2013. № 1. – С. 168–170.
8. Орумбаев, Р. К., Кибарин, А. А., Коробков, М. С., Кыдырхан, М. С. Основные направления технического перевооружения водогрейных котлов типа ПТВМ и КВГМ. В сборнике: Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследований: сборник материалов XXXIII Международной научно-практической конференции. 2017. – С. 98–104.

УДК 622.33

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ УГОЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ: АНАЛИЗ ОПЫТА КИТАЯ И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Таубкин А. Д., студ., Агафонова И. В., к.т.н., доц.

Российский институт транспорта (РУТ), г. Москва, Российская федерация

Реферат. В статье рассматриваются ключевые аспекты китайской политики в области угольной энергетики, их влияние на технологическое развитие и экологическую эффективность. На основе анализа опыта Китая предложены стратегические рекомендации для модернизации угольной отрасли России. Особое внимание уделено внедрению чистых технологий, контролю мощностей и повышению экологической эффективности.

Ключевые слова: уголь, твердое топливо, угольная энергетика, твердотопливная энергетика, добыча угля, технология сжигания угля, модернизация, экологическая эффективность, Китай, Россия.

Твердотопливная энергетика остается важным элементом энергобаланса многих стран, включая Россию. Однако в условиях глобального перехода к низкоуглеродной экономике и ужесточения экологических стандартов перед угольной отраслью стоят серьезные вызовы. Опыт Китая, который за последние десятилетия добился значительных успехов в модернизации угольной энергетики, может быть полезен для России.

Китай активно инвестировал в развитие чистых технологий сжигания угля, таких как сверхкритические технологии и системы улавливания вредных выбросов. Это позволило значительно снизить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и повысить эффективность электростанций, работающих на угле. К 2018 году более 80 % угольных электростанций Китая соответствовали строгим экологическим стандартам, добившись снижения выбросов SO_2 на 87 %, NOx на 85 % и золы на 94 % по сравнению с пиковыми значениями [1, с. 3].

Китай столкнулся с проблемой избыточных мощностей в угольной энергетике, что привело к снижению рентабельности отрасли. Для решения этой проблемы была внедрена система предупреждения о переизбытке мощностей (Coal Alert [1, с. 8]), которая ограничивала строительство новых угольных электростанций. Это позволило стабилизировать рынок и снизить нагрузку на энергосистему.

Выбросы в атмосферу от электростанций, работающих на угольном топливе, содержат токсичные вещества, такие как SO_2 , NOx и зола, а также ртуть, мышьяк, свинец, мелкодисперсные частицы, которые могут проникать в организм через дыхательные пути и вызывать системные воспаления. Твердотопливная энергетика оказывает значительное негативное воздействие на здоровье человека, включая респираторные, сердечно-сосудистые заболевания, нейродегенеративные расстройства и повреждение ДНК [3, с.1].

В период 1996–2003 гг. в Китае было проведено значительное количество исследований текущего состояния выбросов от теплоэнергетических объектов в различных регионах, а также подведены итоги воздействия на окружающую среду и здоровье населения вредных выбросов от станций и котельных, работающих на угле. С 2003 г. в несколько этапов была проведена комбинированная политика ограничения выбросов, ужесточающая предельно допустимые концентрации (ПДК) выбросов SO_2 , NOx и золы. В 2014 году был принят документ общенационального уровня «Стратегический план действий по развитию энергетики (2014–2020 гг.)», который установил план выработки энергии в Китае на внутренних запасах ископаемых энергоносителей. Вторым документом, регламентирующим нормы выбросов при сжигании твердого топлива, стал «План действий по модернизации и трансформации энергосберегающих технологий, направленных на сокращение выбросов при сжигании угля» (2014–2020 гг.). В 2015 году был выпущен общенациональный правительственный документ под названием «Полная реализация плана работ по энергосберегающей трансформации угольных электростанций для достижения сверхнизкой эмиссии выбросов» (именуемый «сверхнизкие выбросы» или «ULE»). ULE устанавливает самые строгие требования по сокращению выбросов на сегодняшний день.

В таблице 1 перечислены стандарты выбросов, внедренные за последнее десятилетие, которые имеют большое значение.

Россия обладает значительными запасами угля, и угольная энергетика играет важную роль в энергобалансе страны, особенно в Сибири и на Дальнем Востоке. Однако отрасль сталкивается с рядом проблем: технологическая отсталость, экологические риски и избыточные мощности.

Россия может перенять опыт Китая по внедрению чистых технологий сжигания угля, включающий внедрение сверхкритических технологий для повышения эффективности и снижения выбросов, разработку и внедрение систем улавливания и хранения углерода (CCS) для минимизации выбросов CO_2 , использование энергосберегающих технологий для снижения удельного расхода угля на производство электроэнергии [1, 2].

Для предотвращения переизбытка мощностей в угольной энергетике Россия может внедрить систему мониторинга и регулирования, аналогичную китайской Coal Alert. Это позволит оптимизировать размещение новых электростанций и избежать перегрузки энергосистемы.

Для повышения экологической эффективности тепловых станций и котельных, работающих на угле, необходимо ужесточить экологические стандарты для угольных электростанций, внедрить системы мониторинга качества воздуха в регионах с высокой концентрацией угледобывающих

предприятий, разработать региональные стратегии, учитывающие климатические особенности и уровень технологического развития.

Таблица 1 – Текущие стандарты ограничения и предельное значение тепловой энергии в Китае [4, с. 5]

Название стандарта выбросов	Дата выпуска	Предельно допустимая концентрация (мг/м³)		
		SO ₂	NO _x	Зола
Нормы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от электростанций на угле	Сентябрь 2011	100	100	30
Нормы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от котельных	Май 2014	300	300	50
Стратегический план действий по развитию энергетики (2014–2020 гг.)	Июнь 2014	Не было новых ограничений		
План действий по модернизации и трансформации энергосберегающих технологий, направленных на сокращение выбросов при сжигании угля (2014–2020 гг.)	Сентябрь 2015	35	50	10
Полная реализация плана работ по энергосберегающей трансформации угольных электростанций для достижения сверхнизкой эмиссии выбросов (ULE)	Март 2015	35	50	10

Для минимизации негативного воздействия угольной энергетики на здоровье населения необходимо ужесточить контроль за выбросами вредных веществ и внедрить программы мониторинга здоровья населения в регионах с высокой концентрацией угольных предприятий.

С развитием энергосистем, использующих возобновляемые источники энергии (ВИЭ) в России, угольные электростанции могут быть перепрофилированы для выполнения функций регулирования нагрузки. Это потребует внедрения гибких технологий, таких как системы глубокого регулирования мощности, и разработки механизмов компенсации затрат на поддержание резервных мощностей.

В долгосрочной перспективе Россия должна сокращать зависимость от угля, переходя на более чистые источники энергии, такие как природный газ, атомная энергия и ВИЭ. Однако угольная энергетика еще долгое время будет играть важную роль в энергобалансе страны, особенно в удаленных регионах.

Россия активно участвует в международных инициативах по снижению выбросов парниковых газов и защите окружающей среды. Обмен опытом с такими странами, как Китай, будет способствовать ускорению модернизации угольной энергетики.

Список использованных источников

1. Jianyun Zhang, Xinxin Li, Lingying Pan. Policy Effect on Clean Coal-Fired Power Development in China. *Energies*, 2022. DOI:10.3390/en15030897.
2. Zhang B., Ye S., Wang W., Huang F., He Y. Climate Drives Environmental Efficiency Across Chinese Provinces. *Tropical Conservation Science*, 2021. DOI:10.1177/1940082919873268.
3. Gasparotto J., Martinello K. Coal as an Energy Source and Its Impacts on Human Health. *Energy Geoscience*, 2021. DOI:10.1016/j.engeos.2020.07.03.
4. Penghao Ye, Senmao Xia, Yu Xiong, Chaoyang Liu, Fei Li, Huarong Zhang. Did an Ultra-Low Emissions Policy on Coal-Fueled Thermal Power Reduce the Harmful Emissions? Evidence from Three Typical Air Pollutants Abatement in China. DOI:10.3390/ijerph17228555.