

Таким образом, в статье рассмотрены основные изменения в нормативно-правовых актах по пожарной безопасности и рассмотрены условия, необходимые для прохождения предприятием проверки по пожарной безопасности.

Список используемых источников:

1. Правила пожарной безопасности 2022 года – Электронный ресурс – URL : <https://www.gazeta-upr.ru/articles/53434-pravila-pojarnoj-bezopasnosti-2022-goda> (дата обращения: 11.02.2023).
2. Нормативно-правовые акты по пожарной безопасности года – Электронный ресурс – URL : <https://ru-bezh.ru/zakonodatelstvo-i-normativyi/news/22/03/01/vazhnyie-normativno-pravovyye-aktyi-po-pozharnoj-bezopasnosti-vs> (дата обращения: 11.02.2023).

### ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УГОЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

*В.Г. Горячев, студент гр. 5Б94, А.А. Полева, студент гр.5Б94, И.Д. Сиренко, студент гр.5Б94,  
Научный руководитель: Долгих А.Ю. <sup>а</sup>, старший преподаватель  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
Инженерная школа энергетики, НОЦ И.Н. Бутакова  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: <sup>а</sup>shurad@tpu.ru*

**Аннотация.** В статье описывается реализация перспективных технологий и идей, благодаря внедрению которых электростанции смогут достичь более высокого уровня экологичности, значительно сократив выбросы и тепловое загрязнение.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, дымовые газы, энергетика, вредные выбросы, тепловые электростанция, окружающая среда.

**Abstract.** The article describes the implementation of promising technologies and ideas, through the introduction of which thermal power plants will be able to reach a higher level of environmental friendliness, significantly reducing emissions and thermal pollution.

**Keywords:** environmental safety, flue gases, energy, harmful emissions, thermal power plant, environment.

Угольная энергетика занимает примерно 25 % от общей мировой генерации энергии, при этом в течение 20 лет не потеряет своей актуальности [1]. В связи с этим, необходимо использовать новые методы снижения выбросов от углеродной энергетики. Ряд таких стран, как Китай, Индия, Индонезия, Австралия, ЮАР и др. рассматривают уголь, как основной вид топлива. Проблемы с очисткой дымовых газов от золы, оксидов азота (NO<sub>x</sub>), серы (SO<sub>2</sub> и SO<sub>3</sub>) и углерода (CO), соединений ванадия являются наиболее важными для угольных электростанций. Это может означать, что в ближайшем будущем для улучшения экологической безопасности станций ожидается разработка новых технологий повышения их энергоэффективности, путем рационализации термодинамического цикла, использования новых конструкционных материалов, внедрения нового высокогенерирующего оборудования [1, 2].

Методы по снижению выбросов подразделяются на два основных типа: технологический и химический (скрубберы ВТИ, эмульгаторы, электрофильтры, рукавные фильтры, комбинированные системы очистки (селективная каталитическая очистка – De-NO<sub>x</sub>, мокрое известняковое сероулавливание – De-SO<sub>x</sub>) (рис.1) [2, 3]:

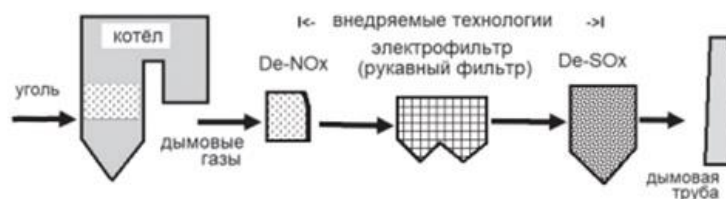


Рис. 1. Схема уменьшения вредных выбросов по ходу газов [3]

Золоулавливание. Согласно нормам безопасности окружающей среды по выбросам вредных веществ [4] эффективность должна находиться в интервале от 98 до 99,9 %, то есть должен обеспечиваться высокий показатель очистки. Такой показатель может обеспечиваться благодаря использованию электрофильтров и рукавных золоуловителей, при их работе с топливом, соответствующим основным физико-химическим свойствам.

В последние годы были проведены усовершенствования методик очистки электрофильтрами и золоуловителями, за счет внедрения коронирующих и осадительных электродов, которые обеспечивают улавливание пыли высокой стойкости. Малогабаритные приводы заменили систему встряхивания, что позволило использовать частичные преобразователи для регулировки частоты и силы встряхивания. Это значительно снизило вторичный унос пыли и устранило возможность залповых выбросов золы [4, 5].

Благодаря этому на сегодняшний день электрофильтры имеют ряд преимуществ, таких как высокий коэффициент эффективности очистки газов (99,95 %), улавливание частиц размером до 0,01 микрона, низкое гидравлическое сопротивление, широкий диапазон очистки по объему дымовых газов. Рукавные золоуловители получили большее распространение на тепловых станциях. Это объясняется их более эффективной очисткой, составляющей 99,9 %, улавливанием оксидов серы до 40 % за счет сорбции, а также независимостью от нагрузки котла и удельного электрического сопротивления золы в дымовых газах [4, 5].

Выбросы оксидов азота. Существует ряд мероприятий по обеспечению улавливания оксидов азота на тепловых станциях, выбор которых зависит от вида топлива, конструктивных особенностей и мощности котла.

К технологическим мероприятиям относятся двухступенчатое, трехступенчатое и нестехиометрическое сжигание, малоэмиссионные горелки и их компоновка в пространстве топочной камеры, а также сжигание с умеренным недожогом топлива. Самым эффективным и популярным технологическим мероприятием, является расположение малоэмиссионных горелок, обеспечивающих стадийное сжигание за счет распределения воздуха по длине факела [5]. Применение вышеперечисленных мероприятий при умеренной эмиссии CO (100–250 мг/м<sup>3</sup>) позволяет сократить выбросы оксидов азота котлов при твердом шлакоудалении менее 300–350 мг/м<sup>3</sup>, а для жидкого шлакоудаления менее 700–750 мг/м<sup>3</sup>.

Внедрение дополнительных технологических мероприятий позволяет повысить эффективность улавливания оксидов азота в уходящих газах. При селективном некаталитическом методе восстановления (СНКВ) содержание NO<sub>x</sub> уменьшается на 30–50 % (более экономичный метод), а при селективном каталитическом восстановлении (СКВ) содержание оксидов азота снижается на 90–95 % (дорогостоящий метод) [4, 5].

Выбросы оксидов серы. В настоящее время используются три основных химических метода сероочистки хемосорбентами: сухой, мокро-сухой и мокрый.

Суть сухого метода заключается в использовании сорбента, такого как известняк (CaCO<sub>3</sub>), негашеная (СаО) и гашеная (Са(ОН)<sub>2</sub>) известь, реже доломит (СаСО<sub>3</sub>+MgCO<sub>3</sub>) в зону высоких температур, которые составляют около 1000 °С. Эффективность данного метода составляет 20–45 % и является малоэффективным, ввиду высокого расхода сорбента и применяется только на котлах малой и средней мощности. Финская компания Tempella создала метод сухой аддитивной очистки серы LIFAC, эффективность которого составляет 60–85 % (рис.2). Сущность данного метода заключается в установке дополнительного активационного реактора вне котла, где происходит впрыск воды для гашения непрореагировавшего оксида кальция [5].

Метод мокро-сухой сероочистки эффективен на 60–85 % и применяется при сжигании угля с не высоким содержанием серы [5].

Мокрые скрубберы являются наиболее действенным способом очистки серы. Они обеспечивают длительный контакт дымовых газов с суспензией. Примером практического применения служит двухбашенный аппарат с поточным и противоточным орошением от фирмы Mitsubishi Heavy Industries, эффективность которого составляет порядка 99,9 % (содержание оксидов серы и летучей золы менее 20–30 мг/м<sup>3</sup>) [5].

Рассмотренные методы и технологии эффективны в обеспечении экологической безопасности угольных электростанций, которые занимают основной процент в генерации тепловой и электрической энергии. Следовательно, дальнейшие разработки должны быть направлены на ускорение развития технологического оснащения этой отрасли.

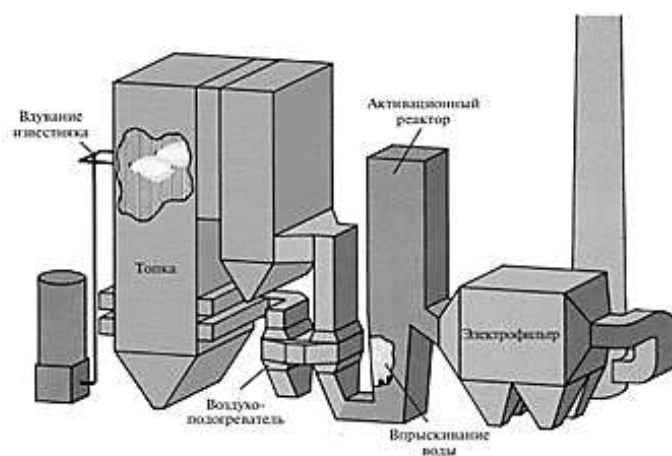


Рис. 2. Схема реализации процесса LIFAC, разработанный фирмой Tampella [5]

Список используемых источников:

1. Новак А.В. О перспективах декарбонизации и развитии водородной энергетики в России / А.В. Новак // Материалы XXVI Петербургского международного экономического форума «ПМЭФ'23». – Электронный ресурс. – URL: <https://forumspb.com/news/news/aleksandr-novak-rasskazal-o-perspektivah-dekarbonizatsii-i-razvitii-vodorodnoj-energetiki-v-rossii/> (дата обращения 25.02.2023).
2. Гаак В.К. Основные направления повышения экологической эффективности тепловой энергетики / В.К. Гаак, А.Ю. Финиченко, А.В. Гаак // Известия Транссиба. – Омск. – 2019. – № 4 (40). – С. 120–128.
3. Алехнович А.Н. Реконструкция и новые котлы отечественных ТЭС : монография / А.Н. Алехнович. – Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 320 с.
4. Развитие топочных технологий в российской энергетике : учебное пособие / В.Л. Шульман [и др.]. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 504 с.
5. Росляков П.В. Современные воздухоохраные технологии на тепловых электростанциях (обзор) / П.В. Росляков // Теплоэнергетика. – 2016. – № 7. – С. 46–62.

#### ЭТАПЫ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА В УПРАВЛЕНИИ СИСТЕМОЙ ОХРАНЫ ТРУДА В ВУЗЕ

А.А. Столярова, студент гр. 17Г11, М.Н. Крупин, студент гр. 17Г11,  
Научный руководитель: Родионов П.В.<sup>а</sup>, к.пед.н., старший преподаватель,  
Юргинский технологический институт (филиал)  
Национального исследовательского Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26  
E-mail:<sup>а</sup>rodik-1972@yandex.ru

**Аннотация:** В статье рассмотрены основные проблемы по организации и управлению системой охраной труда в вузе на основах всестороннего системного анализа действий руководителей и непосредственных исполнителей, отвечающих за разработку и реализацию проектов по безопасности. Также в статье будет предложено внедрение инновационных методов организации и управления, а также изменение самого подхода в управлении системой безопасности в различных областях деятельности вуза для повышения мотивации руководителей и сотрудников и активизации самостоятельной работы, эффективности и качества подготовки работников и специалистов по охране труда, что приведет к совершенствованию организации управления в вузе по различным областям безопасности.

**Ключевые слова:** Охрана труда, системный подход, высшее образование, безопасность, профессиональные риски, специалист по охране труда.