

УДК 66.074.32; 66.074.37

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЛАВЛИВАНИЯ ОКСИДОВ СЕРЫ И АЗОТА ИЗ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ УГОЛЬНОЙ ГЕНЕРАЦИИ**

А.С. Сысолятин, студент гр. ТЭ<sub>6</sub>-121, 4-й курс

С.В. Крюков, студент гр. ТЭ<sub>6</sub>-132, 3-й курс

М.А. Чемакин, студент гр. ТЭ<sub>6</sub>-132, 3-й курс

Научный руководитель А.Р. Богомолов, д.т.н., зав. кафедрой ТЭ

Кузбасский государственный технический университет

имени Т.Ф. Горбачева

г. Кемерово

ТЭС (ТЭЦ) в России работают на двух основных видах топлива – это газ (~ 68%) и уголь (~ 30%); в меньшей степени используются мазут и биотопливо (~2%).

ТЭС, сжигающие газ, наиболее «чистые» с точки зрения экологии и выбрасывают в атмосферу оксиды азота (NO<sub>x</sub>) и тепло. Выбросы оксидов азота могут быть уменьшены путем реализации так называемых «первичных мер», к которым относятся в первую очередь многостадийное горение, рециркуляция дымовых газов, впрыск воды, использование специализированных горелок и пр. Однако, даже для ТЭС сжигающих природный газ, первичных мер подавления оксидов азота часто оказывается недостаточно. Необходимость внедрения дополнительных систем очистки дымовых газов определяется, прежде всего, нормативами таких выбросов и платой за их превышение.

Наиболее экологически «грязными» оказываются ТЭС, сжигающие уголь. В недалеком будущем, сжигающие уголь ТЭС станут развиваться, так как запасы твердого топлива для энергетических целей кратно превышают запасы газа, и конкурировать с газовыми ТЭС, но необходимо в сейчас решить экологические проблемы, которые возникают при сжигании угля.

Сегодня в России, на угольных ТЭС, из всех антропогенных загрязнителей улавливают только некоторое количество золы (фильтры). Все же остальные загрязнители, такие как NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, ртуть, абсолютно без какой-либо очистки выбрасываются в атмосферу.

Энергетические предприятия поставляют в атмосферу более 23% выбросов от всех стационарных источников в РФ. Причем среди этих выбросов на долю оксидов азота приходится около 97-98 % (об.), а на оставшуюся часть - оксидов серы и других веществ. Причем среди оксидов серы на долю SO<sub>2</sub> приходится лишь 97-98%, а на долю SO<sub>3</sub> оставшаяся часть [1].

Именно поэтому важен комплексный подход к решению вопроса – наряду с поэтапной модернизацией оборудования – внедрение специализированных решений по дымоочистке (комплексов

денитрификации и десульфуризации дымовых газов, очистки дымовых газов от тяжелых металлов и пр.).

Достаточно эффективными методами очистки дымовых газов являются каталитические методы. Однако стоит отметить, что они основаны на применении сплавов достаточно дорогих металлов (платины, палладия и др.), а также ориентированы на извлечение определенного компонента дымового газа (не являются универсальными). Этим объясняется их высокая стоимость не только с точки зрения капитальных затрат, но и эксплуатационных затрат. Применение каталитических методов должно сопровождаться предварительным процессом пылеочистки дымовых газов, что существенно усложняет и удорожает в целом весь процесс очистки. В этом случае рекомендуется использовать электрофильтры различных конструкций, которые способны обеспечить эффективность очистки близкой к 100%.

Стоит также отметить, что абсорбционные методы очистки не так критичны к содержанию пыли в очищаемом дымовом газе, поэтому для них возможно применение наиболее простых (но вместе с этим и достаточно эффективных) методов улавливания в циклонных аппаратах.

Практического применения ранее разработанных технологий извлечения вредных газообразных компонентов из дымовых газов в настоящее время не получили из-за различных причин, в первую очередь, экономических.

Для очистки газов на ТЭС от SO<sub>x</sub> и NO<sub>x</sub> наиболее подходящими являются скрубберы Вентури (СВ). Эффективность и экономичность очистки газов может быть существенно повышена за счет оптимизации этого комплексного процесса с помощью математического моделирования. Скорости газов в горловине трубы Вентури (ТВ) достигает до 200-300 м/с.

Для проведения экспериментальных и численных исследований по эффективной технологии улавливания вредных выбросов дымовых газов была разработана схема экспериментальной установки (рис. 1) [2]. Произведен расчет элементов основного оборудования: скруббера (трубы) Вентури и циклона (рис.2).

Проведены тестовые опыты поглощения диоксида углерода водой на созданной экспериментальной установке. Проводили измерения расходов газо-воздушной смеси и воды. Измеряли расход подаваемого на тестовые испытания диоксида углерода. Газоанализатором «Автотест» проводили измерения объемной концентрации диоксида углерода до и после скруббера в газо-воздушной смеси. Осуществляли контроль температуры воды и подаваемого воздуха.

**Вывод.** Результаты опытов показали, что при постоянном расходе газо-воздушной смеси и неизменных температурах участвующих в процессе сред степень очистки диоксида углерода увеличивается при повышении расхода воды через скруббер Вентури.

Работа выполнена при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России в рамках реализации Федеральной целевой программы «Исследования и

разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы», по Соглашению №14.583.21.0004 о предоставлении субсидии от 16 июля 2014 г. Уникальный идентификатор научных исследований (проекта) RFMEFI58314X0004.



Рис. 1. Экспериментальная установка



Рис. 2. Скруббер Вентури и циклон

### Список литературы

1. Зверева, Э. Р. Снижение вредных выбросов тепловых электростанций / Э.Р. Зверева, Т.М. Фарахов, А.Р. Исхаков // Вестник КГЭУ. -2011.-Т.8.-№1.- С.39-44.
2. Рамм, В. М. Абсорбция газов / В.М. Рамм. – М.: Изд-во «Химия», 1976. – 655 с.