

УДК 62.611; 62.311

ЭНЕРГОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ТЭС, РАБОТАЮЩЕЙ НА ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДАХ

Петров К.В. (ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н., доцент Рахманов Ю.А. (ИТМО)

Введение. Одним из источников выбросов CO_2 в атмосферу является ТЭС, работающие на органическом топливе. Для снижения вредных выбросов в атмосферу большое внимание уделяется выбору вида топлива, качеству его сжигания, снижению расхода и очистке отходящих газов. Для ТЭС, работающей на возобновляемых древесных отходах предлагается энергоэффективная ресурсосберегающая технология работы с использованием абсорбционно-десорбционного метода удаления CO_2 из уходящих дымовых газов с его последующим полезным использованием.

Основная часть. В качестве абсорбента используется хорошо проявившийся на практике раствор моноэтаноламина (МЭА). Процесс абсорбции осуществляется при температуре $+40\text{ }^\circ\text{C}$. При сжигании древесных отходов в дымовых газах отсутствует SO_2 . Поэтому для охлаждения дымовых газов до температуры $40\text{ }^\circ\text{C}$ предлагается установить “мокрый” контактный водяной экономайзер, позволяющий не только охладить дымовые газы до требуемой температуры (ниже температуры точки росы), но и очистить их от взвешенных частиц [1]. Полученная при этом дополнительно теплота может полезно использоваться для подогрева холодной воды, а конденсат из дымовых газов после декарбонизации - для технических нужд. Благодаря этому существенно снижаются тепловые выбросы, потери теплоты с уходящими дымовыми газами, увеличивается КПД котельного агрегата, коэффициент использования теплоты ТЭС, снижается расход топлива для энергоснабжения.

Охлажденные и очищенные дымовые газы поступают в абсорбер, где содержащийся в них CO_2 поглощается раствором МЭА и далее удаляются в атмосферу. Выделение поглощенного CO_2 из насыщенного раствора МЭА осуществляется в десорбере при контакте с водяным паром. Полученная смесь диоксида углерода и водяного пара охлаждается, проходит очистку и поступает в систему для компримирования, сжижения CO_2 или получения “сухого льда”, которые в дальнейшем могут быть полезно использованы, например, в пищевой и пивоваренной промышленности, а также при добыче нефти и т.д. [2].

Были выполнены расчеты оценки энергетической эффективности предложенной технологии для котельного агрегата Е/40/2.25/305 ОР ТЭС, работающей на древесных отходах с использованием противодавленческой турбины, результаты которых представлены ниже:

- КПД парового котла: $\eta_{\text{кот}} = 0,85$;
- Низшая теплота сгорания древесных отходов: $Q_{\text{н}}^{\text{p}} = 10200\text{ кДж/кг}$;
- Расход древесных отходов: $V = 3,12\text{ кг/с}$;
- Коэффициент избытка воздуха $\alpha = 1,4$;
- Массовый расход дымовых газов: $M_{\text{г}} = 16,71\text{ кг/с}$;
- Температура питательной воды: $t_{\text{пв}} = 145\text{ }^\circ\text{C}$;
- Расход водяного пара: $D_{\text{п}} = 40000\text{ кг/ч}$;
- Давление перегретого пара: $P_1 = 2,25\text{ МПа}$;
- Температура перегретого пара: $T_1 = 305\text{ }^\circ\text{C}$;

- Давление водяного пара на выходе из турбины: $P_2 = 0,12$ МПа;
 - Электрическая мощность турбины: $N_3 = 4668,03$ кВт;
 - Тепловая мощность сетевого подогревателя: $Q_T = 88,14$ МВт;
 - Дополнительная полезная тепловая мощность контактного экономайзера: $Q_{к.э.} = 10490,807$ кВт;
 - Массовый расход конденсата из дымовых газов: $M_{ст} = 9575$ кг/ч;
 - Температура точки росы: $t_{т.р.} = 59,67$ °С;
 - Массовый расход углекислого газа: $M_{CO_2} = 11288,16$ кг/ч;
 - Температура нагреваемой воды за счет теплоты контактного экономайзера: $t_B = 50$ °С;
 - Очистка дымовых газов от взвешенных частиц на 90 %;
 - Объемный расход горячей воды после контактного экономайзера: $M_{г.в.} = 360$ м³/ч;
 - Экономия топлива за счет утилизации теплоты продувочной воды: $\Delta B = 192$ кг/ч;
- Для данного массового расхода CO₂ предлагается использовать типовые установки по его сжижению [3].

Температура нагреваемой воды на выходе из активной насадки контактного экономайзера в расчетах принята равной ниже температуры точки росы на 5 °С [4].

Выводы. Использование технологии контактного теплообмена для очистки и охлаждения дымовых газов от вредных выбросов, использования абсорбционно-десорбционного метода являются перспективными методами по повышению энергоэкологической эффективности ТЭС, которая использует в качестве топлива - древесные отходы. Позволяет снизить количество потребляемого топлива, очистить дымовые газы от загрязняющих веществ, существенно снизить выбросы CO₂ в атмосферу, что увеличивает экологическую эффективность.

Т.к. потребление углекислого газа неуклонно растет, то технология по получению жидкой углекислоты позволит повысить экономическую составляющую [3].

Список использованных источников:

1. Аронов, И. З. Контактный нагрев воды продуктами сгорания природного газа / И. З. Аронов. – М. : Недра, 1978. – С. 219–278.
2. Дядченко А. А. Применение абсорбционно–десорбционной схемы с использованием раствора моноэтаноламина для получения жидкой углекислоты на Самарской ТЭЦ // Экологический сборник 7: Труды молодых ученых. Всероссийская (с международным участием) молодежная научная конференция. – 2019. – №1. – С. 154–157.
3. Производство и получение CO₂ [Электронный ресурс], Режим доступа : <https://imcg.ru/services/co2> (дата обращения 18.02.2025)
4. Гордон, Г. М. Пылеулавливание и очистка газов в цветной металлургии / Г. М. Гордон, И. Л. Пейсахов. – 3-е изд. – М. : Металлургия, 1977. – 455 с.