

ОХРАНА ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ОТ ВЫБРОСОВ ЭНЕРГОПРЕДПРИЯТИЙ

1.3. Снижение выбросов оксидов серы

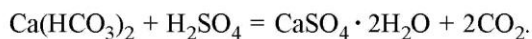
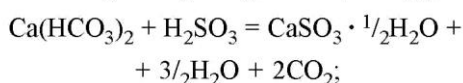
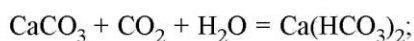
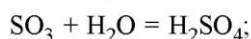
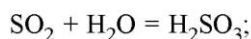
1.3.2. Технологии снижения выбросов оксидов серы

1.3.2.11. Мокрая известняковая технология

Шмиголь И.Н., ОАО «ВТИ»

Мокрая известняковая технология (МИТ) основана на связывании диоксида и триоксида серы известняковой суспензией с образованием сульфита кальция, который доокисляют до двухводного сульфата (гипса). Основными химическими реакциями МИТ являются:

при абсорбции SO_2 и SO_3 :



при получении двухводного гипса:

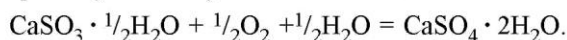


Схема мокрой известняковой установки сероочистки показана на рис. 1.46. Она состоит из абсорбера 1 с несколькими ярусами орошения 2 и брызго-уловителем 3; насосов циркуляции известняковой суспензии 4; сборно-окислительного резервуара 5; узла принудительного окисления сульфита кальция 6; нагревателя очищенных газов 7; системы гидроциклонов 8; узла обезвоживания гипса 9; узла нейтрализации и очистки сточных вод 10; склада известняка 11; системы дробления и размола известняка 12; узла приготовления известняковой суспензии 13.

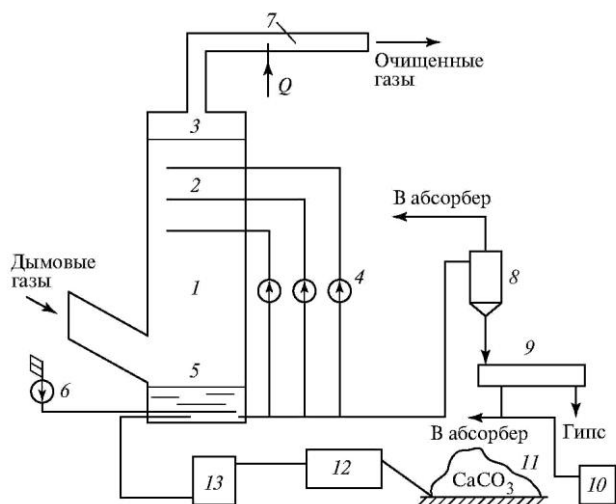


Рис. 1.46. Принципиальная схема установки мокрой известняковой сероочистки

Установка работает следующим образом. Обеспыленные до $50 \dots 100 \text{ мг/м}^3$ дымовые газы поступают в абсорбер. Если абсорбер одноступенчатый с противоточным движением жидкости и газов (рис. 1.46), то газы вводят в его нижнюю часть над поверхностью жидкости в сборно-

но-окислительный резервуар. При двухступенчатом абсорбере газы подают в верхнюю часть первой ступени с нисходящим спутным движением жидкости и газов. Затем газы направляют во вторую ступень с противоточным движением жидкости и газов. Поскольку кальцит CaCO_3 известняка плохо растворим в воде, то организуют интенсивное орошение абсорбера, плотность которого достигает $20 \dots 22 \text{ л/м}^3$.

Очищенные газы пропускают через брызгоуловитель для выделения из них капельной влаги, после чего нагревают на $20 \dots 25 \text{ }^\circ\text{C}$ и выбрасывают в атмосферу. Суспензия из абсорбера попадает в сборно-окислительный резервуар, куда вводят воздух для принудительного окисления сульфита кальция в сульфат (двухводный гипс). Туда же вводят известняковую суспензию, которая связывает SO_x . Вводом суспензии регулируют pH циркулирующей жидкости, чем предотвращают образование в абсорбционной зоне трудно удаляемых сульфит-сульфатных отложений.

Суспензию из сборно-окислительного резервуара подают в абсорбер насосами циркуляции и разбрызгивают по объему аппарата механическими форсунками разной конструкции. Пуск сероочистки в работу состоит также и в получении кристаллов гипса необходимого размера, обычно 100 мкм , что обеспечивает эффективную работу узла обезвоживания гипса. Кондиционную гипсовую суспензию пропускают через одну-две ступени гидроциклонов, где из нее отделяют мелкие частицы гипса и не прореагировавшие частицы известняка, которые вместе с жидкостью возвращают в абсорбер. Эти частицы имеют большую поверхность, что делает их предпочтительными центрами кристаллизации растворенного сульфата кальция, благодаря этому дополнительно снижается вероятность образования отложений на внутреннем оборудовании абсорбера. Обогащенную крупными кристаллами гипса суспензию обезвоживают в вакуумных фильтрах ленточного или барабанного типа. Фильтрат также возвращают в установку. Если сжигаемый уголь содержит хлор, то часть жидкости выводят из абсорбера для сохранения заданной концентрации хлоридов в жидкости, поскольку их избыток тормозит процесс сероочистки дымовых газов. Сточные воды (обычно фильтрат) нейтрализуют и освобождают от тяжелых металлов, после чего сбрасывают в природные водоемы.

Для приготовления известняковой суспензии используют известняки умеренной степени кристаллизации, которые имеют достаточную растворимость в воде. Наиболее пригоден мел — некристаллизованный кальцит. Кусковой известняк, хранящийся на складе, дробят, размалывают в мокрой или сухой мельнице и в нужной пропорции смешивают с водой. При использовании размолотого известняка его хранят в силосах, откуда пневмотранспортом подают в резервуар приготовления суспензии. Мел не требует предварительно размола, и для

его приготовления используют глиноболтушки. Приготовленную суспензию подают в сборно-окислительный резервуар.

Показатели мокрой известняковой технологии приведены в табл. 1.25.

Следует отметить, что мокрая известняковая технология получила наибольшее распространение в мировой практике сероочистки, поскольку позволяет обеспечивать высокую степень улавливания диоксида серы при непрерывном ужесточении санитарного законодательства и является единственной экологически безопасной,

поскольку и реагент, и отходы нейтральны и плохо растворимы, так что никакие нарушения процесса или аварии не приведут к загрязнению окружающей среды или нанесению вреда здоровью населения.

Важной особенностью мокрой известняковой технологии является наличие природного реагента практически в любом месте страны.

Экономические показатели сероочистки являются наиболее благоприятными при длительной, не менее 3000 ч/год, работе установки в схеме котла.

Таблица 1.25. Показатели мокрой известняковой сероочистки

Достижимая эффективность сероочистки, %	95
Приведенная сернистость топлива в зависимости от тепловой мощности котла, %·кг/МДж	По ГОСТ Р 50831—95: до 199 МВт — 0,5...0,6; 200...249 МВт — 0,4...0,45; 250...299 МВт — 0,3; ≥ 300 МВт — 0,3 По требованиям II Протокола к МКТП SO ₂ (для твердого топлива): 50...100 МВт — 0,875; 100...500 МВт — 0,875...0,175; ≥ 500 МВт — 0,175
Применяемые реагенты	Слабо кристаллизованные известняки, мел с содержанием кальция CaCO ₃ 95...98 %
Коэффициент избытка реагента	1,03... 1,05
Получаемые отходы	Двухводный сульфат кальция (гипс) CaSO ₄
Токсичность отходов	Не токсичны
Технологии и отрасли использования отходов	Производство цемента, изготовление гипсовых изделий, наполнитель при производстве бетона, планировка территорий
Необходимость подогрева очищенных газов	Необходим подогрев очищенных газов на 20...25 °С
Требования к эффективности золоулавливания	Концентрация летучей золы в газах не более 250 мг/м ³
Влияние сероочистки на работу золоуловителя	Сероочистка снижает запыленность газов на 30...35 %
Удельная площадь для размещения оборудования, м ² /кВт	0,04... 0,05
Удельное энергопотребление, % эквивалентной мощности энергоблока (котла)	2,3...2,8 для $n' = 0,6...1,0$ г/МДж и $N_3 = 300...500$ МВт 2,8...3,8 для $n' = 3,0$ г/МДж и $N_3 = 300...500$ МВт 2,6...3,7 для $n' = 3,0$ г/МДж и $N_3 = 80...200$ МВт
Удельные капитальные затраты, долл. США/кВт установленной мощности	90...160 для $n' = 0,6...1,0$ г/МДж и $N_3 = 300...500$ МВт 215...245 для $n' = 3,0$ г/МДж и $N_3 = 300...500$ МВт 125...290 для $n' = 3,0$ г/МДж и $N_3 = 80...200$ МВт
Удельные эксплуатационные затраты, центы США/(кВт·ч)	1,6...5,6 для $n' = 0,6...1,0$ г/МДж и $N_3 = 300...500$ МВт 1,8...7,3 для $n' = 3,0$ г/МДж и $N_3 = 300...500$ МВт 2,4...5,7 для $n' = 3,0$ г/МДж и $N_3 = 80...200$ МВт
Стоимость улавливания SO ₂ , долл. США/т	650...2870 для $n' = 0,6...1,0$ г/МДж и $N_3 = 300...500$ МВт 265...785 для $n' = 3,0$ г/МДж и $N_3 = 300...500$ МВт 270...990 для $n' = 3,0$ г/МДж и $N_3 = 80...200$ МВт