

**ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ H_2SO_4 .
МЕТОД ВЛАЖНОЙ ОЧИСТКИ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ**

Фейсханова А. Е.

Научный руководитель Алексеев А.И.

Санкт-Петербургский горный университет

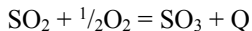
Одной из самых актуальных в настоящее время проблем является загрязнение окружающей среды, в первую очередь при промышленном производстве. Серная кислота – важнейший продукт химической промышленности. Она находит применение в производстве минеральных удобрений, волокон, пластмасс, красителей, взрывчатых веществ, в металлургии, используется и как осушитель газов.

Загрязнение воды в большинстве своем происходит при непосредственном сбросе отходов производства в реки, различные водоемы и через атмосферу.

Химическое производство с каждым годом набирает все большие обороты, совершенствуется в плане технических и научных методов, но проблему экологии всегда обходят стороной, потому что это требует значительных изменений и усовершенствований в самой структуре производства и технической оснащенности. Практически все вещества, содержащие сульфаты, при некачественной их утилизации прямым или косвенным образом оказывают негативное влияние на людей. Загрязняются пресные водоемы, происходит отравление животных и рыб. Улетающие в атмосферу газы связываются с молекулами воды и выпадают в виде кислотных дождей.

Серная кислота имеет такое огромное значение в промышленности в силу своей высокой химической активности: она реагирует со всеми металлами и их оксидами, вступает в реакции обменного разложения и обладает сильнейшими окислительными свойствами. После использования серной кислоты образуются отходы, наличие которых создает затруднения, так как их нельзя непосредственно сбрасывать в канализацию. В большинстве случаев из отработанной серной кислоты возможно извлекать вторичную серную кислоту.

Для окисления диоксида серы по реакции:



газ приводят в соприкосновение с катализатором, находящимся в стационарном или в псевдооживленном состоянии. В заводских условиях выгоднее использовать катализаторы, при помощи которых достигается наибольшая степень превращения (окисления), так как остаточное количество неокисленного диоксида не улавливается в абсорбционном отделении, а удаляется в атмосферу вместе с отходящими газами.

Основное количество молекул SO_3 диффундирует к поверхности серной кислоты и абсорбируется ею, но часть их встречается с молекулами воды, испаряющимися с поверхности серной кислоты. Сталкиваясь, эти молекулы соединяются с образованием паров серной кислоты, которые затем конденсируются в объеме с образованием мельчайших капель (тумана) серной кислоты:



Этот туман плохо улавливается в обычной абсорбционной аппаратуре и в основном уносится с отходящими газами в атмосферу.

Компания Haldor Topsoe A / S разработала свою технологию WSA, которая преобразует сернистые выбросы из отходящих газов в высококачественную серную кислоту. Технология влажного газа и серной кислоты (WSA) обрабатывает отходящий газ печи непосредственно из газоочистных установок. Дальнейшая сушка не требуется, поскольку влажность, присутствующая в отходящем газе, используется для гидратации SO_3 , образующегося в конвертере, и производства серной кислоты. Тепло, выделяемое во время процессов окисления, гидратации и конденсации, в основном повторно используется в процессе для предварительного нагрева отходящего газа до требуемого уровня температуры, а также для создания перегретого пара высокого давления для технологического использования.

Процесс каталитической конверсии SO_2 в установке WSA аналогичен конверсии SO_2 в обычной кислотной установке, основанной на абсорбции, за исключением того, что каталитическая реакция происходит во влажном газе.

Технологический газ покидает последний слой катализатора с температурой, как правило, между 400 – 450 °C и, как правило, содержит SO_3 и водяной пар. Перед тем, как технологический газ поступает в конденсатор WSA, температуру необходимо снизить до уровня, приемлемого для материала. Однако в равной степени важно, чтобы температура технологического газа

поддерживалась значительно выше точки росы серной кислоты, таким образом, гарантируя, что вне конденсатора WSA не происходит конденсация кислоты. Запатентованный конденсатор WSA представляет собой вертикальный кожухотрубный конденсатор/концентратор с падающей пленкой с трубками из кислотоустойчивого и ударопрочного боросиликатного стекла. В то время как технологический газ течет вверх внутри труб, которые охлаждаются на стороне оболочки окружающим воздухом, серная кислота конденсируется на стенках труб. При движении вниз и при встрече с горячим поднимающимся технологическим газом кислота концентрируется до 98 мас. %. Конденсатор WSA генерирует горячий воздух при температуре приблизительно 220 °С, который может использоваться либо для предварительного нагрева технологического газа, либо в качестве воздуха для горения, таким образом, восстанавливая тепло конденсации серной кислоты.

Чистый технологический газ покидает конденсатор при температуре около 100 °С и обычно может быть отправлен непосредственно в штабель без дальнейшей обработки, поскольку отличительной особенностью технологии WSA является то, что чистый газ содержит только очень небольшое количество кислотного тумана.

Управление теплом осуществляется с помощью системы циркулирующей расплавленной соли. Соль состоит из безводной смеси калия и нитрата и нитрита натрия с температурой плавления 150 – 160 °С. Расплав охлаждает технологический газ, покидающий первый слой катализатора, до оптимальной температуры на входе во второй слой катализатора, и дополнительно охлаждает технологический газ, покидающий второй слой катализатора, до температуры 280 – 290 °С до того, как газ входит в Конденсатор WSA. Избыточное тепло отводится в солевой охладитель/бойлер, а избыточная энергия экспортируется в виде пара.

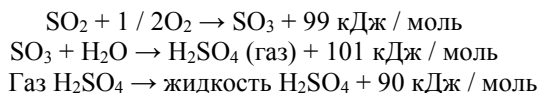
Сохранение ресурсов является неотъемлемой частью процесса проектирования установки WSA в отношении электроэнергии, тепловой энергии и охлаждающей воды.

С учетом необходимости сушки технологического газа перед дальнейшей обработкой и использования теплообменников, встроенных в оболочку конвертера SO₂, очевидно, что общее количество перечисленного оборудования очень мало, и поэтому количество воздухопроводов также сокращается до минимум. Это вместе с низким перепадом давления в конденсаторе WSA по сравнению с перепадом давления в обычных поглотителях приводит к общему падению давления. Это приводит к потреб-

ляемой мощности только 45–50 кВт-ч/т произведенной кислоты при обработке газа.

Химические реакции, участвующие в производстве серной кислоты из диоксида серы, являются сильно экзотермическими.

Реакции в процессе WSA следующие:



Очень немногие технологии способны восстановить тепло гидратации SO_3 и тепло конденсации серной кислоты. В технологии WSA они восстанавливаются в очень высокой степени.

Технологический газ, покидающий последний слой катализатора в конвертере SO_2 , охлаждается до температуры приблизительно 290 °С в конечном газовом охладителе, который встроен в конвертер. При этой температуре большая часть SO_3 будет гидратирована до H_2SO_4 в газообразной форме. Таким образом, соответствующее количество теплоты гидратации будет восстановлено в системе замещения тепла расплавленной соли и будет доступно для предварительного нагрева технологического исходного газа во втором предварительном нагревателе технологического исходного газа и / или для производства пара.

Оставшаяся гидратация SO_3 вместе с конденсацией серной кислоты будет происходить в конденсаторе WSA, в котором технологический газ охлаждается до 100 °С. Соответствующее количество тепла будет удалено с помощью окружающего воздуха, что приведет к образованию потока горячего воздуха с температурой примерно 210 – 220 °С. Этот горячий воздух, как описано выше, доступен для подогрева технологического газа в первом подогревателе технологического газа.

Следовательно, технология WSA чрезвычайно эффективна для сохранения тепловой энергии. Это иллюстрируется тем фактом, что установка WSA способна работать автотермически, то есть без использования вспомогательного топлива для предварительного нагрева технологического газа, при обработке исходного газа с содержанием SO_2 всего 3 %.

Охлаждающая вода используется только для охлаждения произведенной серной кислоты от температуры конденсации, обычно 250 – 260 °С, до температуры хранения, обычно 30 – 35 °С. Следовательно, потребность в охлаждении составляет всего 80000 – 90000 ккал/т произведенной кислоты, что соответствует расходу

охлаждающей воды 8 – 9 м³/т произведенной кислоты при повышении температуры охлаждающей воды на 10 °С.

Когда проектируют и эксплуатируют сернокислотную установку, экологические проблемы в основном заключаются на выбросах в атмосферу SO₂ и кислотного тумана.

Все новые установки WSA в металлургической промышленности имеют два слоя катализатора, при этом можно достичь конверсии SO₂ между 98 – 99 %. Если этой цифры недостаточно, то установку оснащают третьим слоем. При такой конфигурации достигается конверсия SO₂ 99,6 %.

Для обеспечения отвода кислоты также в периоды низкого спроса на рынке серной кислоты предлагается построить завод по нейтрализации кислоты, производящий товарный гипс.

Данная технология отличается очень высокой степенью энергоэффективности. Кроме того, потребление электроэнергии, охлаждающей воды является чрезвычайно низким. Единственные потоки продукта с завода WSA – концентрированная серная кислота, чистый технологический газ и пар. При этом не производится никаких твердых или жидких стоков, требующих последующей обработки.

Библиографический список

1. *Бесков В.С., Сафронов В.С. Общая химическая технология и основы промышленной экологии: Учебник для вузов. – М.: 1999. – 472 с.: ил.*
2. *Амелин А.Г., Яшке Е.В. Производство серной кислоты: учебник для проф.-техн. учеб. заведений. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. Школа, 1980. – 245 с., ил.*
3. *Васильев Б.Т., Отвагина М.И. Технология серной кислоты. М.: Химия, 1985. 320с.*
4. *В.В. Курилкин Основы химической технологии и лесопереработки: учебно-методический комплекс.*
5. *Справочник сернокислотчика, под ред. К.М. Малина, 2 изд., М., 1971.*