

Improvement of technology for producing sulfuric acid with double contact

Hasanov A.¹, Shirinova D.², Atayev M.³

Усовершенствования технологии получения серной кислоты методом двойного контактирования

Гасанов А. А.¹, Ширинова Д. Б.², Атаев М. Ш.³

¹Гасанов Алекбер Агасеф оглы / Hasanov Alekber – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой;

²Ширинова Дурдана Бакир кызы / Shirinova Durdana – доцент;

³Атаев Матлаб Шыхбаба оглы / Atayev Matlab - доцент, кафедра нефтехимической технологии и промышленной экологии, химико-технологический факультет, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, г. Баку, Азербайджанская Республика

Аннотация: в работе описана возможность усовершенствования технологии получения серной кислоты методом двойного контактирования.

Abstract: the paper describes the possibility to improve technology for sulphuric acid method double-contacting.

Ключевые слова: усовершенствование, серная кислота, технология, двойное контактирование.

Keywords: improvement of sulfuric acid technology, double contact.

УДК 661.25.(075.8)

Технология получения серной кислоты различными способами давно известна и достаточно исследована [1]. Несмотря на это, до настоящего времени усовершенствование технологического оборудования и процесса её получения представляет научный интерес и проблема является весьма актуальной. В представленной работе изучена возможность усовершенствования технологии получения серной кислоты методом двойного контактирования.

В производственных условиях получение серной кислоты является весьма сложным технологическим процессом и при этом существенное значение имеет скорость окисления сернистого ангидрида в серный ангидрид. От скорости этой реакции зависит количество сернистого ангидрида, окисляющегося в единицу времени на единицу массы катализатора и следовательно, расход катализатора, размеры контактного аппарата и другие показатели процесса контактирования [2]. Скорость процесса контактирования зависит от константы скорости реакции, которая увеличивается с повышением температуры. Поэтому, необходимо процесс вести так, чтобы скорость окисления была возможно большая в начале процесса при максимально высокой температуре, а по мере степени контактирования температуру можно понижать.

Сущность изученного метода двойного контактирования состоит в том, что после частичного окисления сернистого ангидрида в серный, технологический газ выводят из контактного аппарата с целью дальнейшего его окисления [3]. В таблице приведены технологические показатели окисления сернистого (SO₂) ангидрида в серный ангидрид (SO₃) двойным контактированием в потоке свежего катализатора.

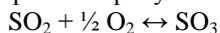
Таблица 1. Технологические показатели окисления сернистого (SO₂) ангидрида в серный ангидрид (SO₃) двойным контактированием

Слой катализатора в контактном аппарате	Скорость подачи газозвушной смеси, м ³ /час.	Температура в слоях контактного аппарата, °С		Гидравлическое сопротивление на входе, мм. вод. ст.	Степень контактирования, %
		на входе	на выходе		
I	134 053	405-455	560-610	2823	62
II	130 408	445-495	490-540	2520	25
III	128 657	410-460	440-490	2191	8
IV	115 778	400-415	425-455	1380	4,5
V	122 600	400-415	410-440	1008	0,2

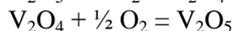
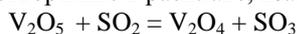
Такой метод позволяет повысить процент контактирования сернистого ангидрида в серный до 99,5 - 99,7% и обеспечить выбросы газозвушной смеси в атмосферу в пределах установленных норм. При этом отпадает необходимость в специальной санитарной установке для очистки выбросных газов.

Одновременное увеличение скорости окисления сернистого ангидрида в серный за счет оптимизации их соотношений и путем абсорбции серного ангидрида после первой ступени - третьего слоя катализатора сдвигает равновесие реакции окисления в сторону образования серного ангидрида.

В производстве серной кислоты методом двойного контактирования окисление сернистого ангидрида в серный в присутствии катализатора (в технике это называют контактной массой) идет по реакции:



В данной системе применяется ванадиевая контактная масса «Сульфохем» и механизм окисления следующий: активный комплекс, в состав которого входит пятиокись ванадия (V_2O_5), находится при температуре процесса выше 380°C в виде расплава на поверхности пористого носителя- K_2SiO_3 . Сернистый ангидрид и кислород (сухой воздух), сорбируемые с поверхности контактной массы и растворимые в расплаве, взаимодействуют с пятиокисью ванадия:



С течением времени активность ванадиевой контактной массы снижается. Основной причиной этого является засорение пор контактной массы золой, содержащейся в сере, образование на поверхности слоя корки, а также взаимодействие ванадия с компонентами смеси и др. При этом также уменьшается механическая прочность гранул контактной массы, особенно первого слоя контактного аппарата.

Количество подаваемой серы на сжигание составляет 11863 кг/час. При содержании золы в сере 0,005% загруженный первый слой контактной массы в количестве 53 м^3 (с насыпной плотностью 0,67-1,0 г/см³) по истечении времени (50 - 60 дней) постепенно теряет активность и прочность, следовательно, степень контактирования снижается от 99,7% до 95 - 96%, что значительно ухудшает экологию окружающей среды и экономические показатели производства. На основе наблюдений за технологическими показателями производства, зависимость сопротивления и степень контактирования по слоям и степень контактирования I ступени от времени представлены в таблице 2.

Таблица 2. Зависимость степень контактирования от времени

Время, сутки	Гидравлическое сопротивление I слоя, мм. вод. ст.	Гидравлическое сопротивление II слоя, мм. вод. ст.	Гидравлическое сопротивление III слоя, мм. вод. ст.	Степень контактирования в I сл., %	Степень контактирования в II сл., %	Степень контактирования в III сл., %	Степень контактирования в I ступ., %
3	400	330	300	62	25	8	95
15	780	360	320	60	25,5	8,5	94
30	1200	390	340	57	26	10	93
45	1580	420	360	53	27,5	10,5	91
60	1700	450	380	49	28	11	88
75	1850	465	390	48	28,3	11,2	87,5
90	2200	480	400	47	28,5	11,5	87
115	2500	500	415	46	28,6	11,6	86,2
120	2800	520	430	45	28,7	11,8	85,5
125	2850	530	440	43,5	29	11,9	84,4
130	2900	550	450	41	30	12	83

С целью устранения указанных недостатков и с целью усовершенствования процесса был установлен в горизонтальной части газохода ($D=2000$ мм) т.н. «газовый фильтр». «Газовый фильтр» предоставляет собой разделенную по методу [4] (фракции размером $D=6-8$ мм, $L=20-24$ мм) отработанную контактную массу, полностью потерявшую активность при толщине 300 мм. В результате проводимых работ зола, содержащаяся в сернистом газе, удерживается в «газовом фильтре» который периодически (один раз в два месяца при планово-предупредительном ремонте) освобождается и заполняется новыми партиями отработанной контактной массы. На рисунке приведена зависимость изменения гидравлического сопротивления первого слоя контактного аппарата от времени. Как следует из рисунка, использование «газового фильтра» на входе первого слоя контактного аппарата исключает засорение пор контактной массы золой серы, стабилизируется гидравлическое сопротивление первого слоя и в целом, контактного аппарата, не снижая при этом степень контактирования 99,7%.

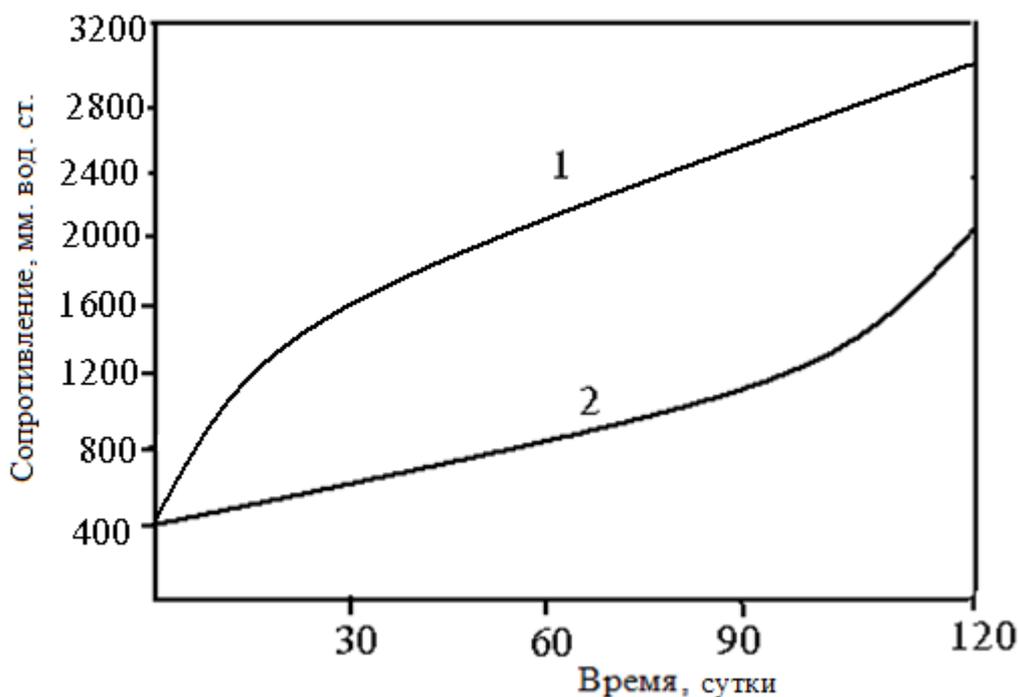


Рис. 1. Изменение гидравлического сопротивления первого слоя контактного аппарата от времени: 1 - без «газового фильтра»; 2 - после установки «газового фильтра»

Литература

1. Амелин А. Г. Технология серной кислоты. М., Химия, 1983. 359 с.
2. Стуль Р. М., Борисов В. М., Киселев С. В., Дубинин Г. В. // Хим. пром. № 5, 1988. 30-32 с.
3. Технологический регламент № 621-76 производство серной кислоты (СК-25), ССФЗ, срок действия - постоянно.
4. Ширинова Д. Б. Разделение гранулированного суперфосфата в переходном процессе транспортировки. // Проблемы современной науки и образования, № 8 (50), 2016, с. 58-60.
5. Гумбатов М. О. Разработка стандартного метода определения щелочности пара и конденсата серноокислотных производств. // Евразийский научный журнал. № 2, 2016. с. 337-339.