

Рудницкая К.П.

*Научный руководитель: канд. хим. наук, доцент Ермолаева В.А.
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: rudnitskayatina@mail.ru*

Производство серной кислоты из колчедана

Дана характеристика технологического процесса производства серной кислоты путем обжига колчедана в печи кипящего слоя на воздушном дутье.

Серная кислота основополагающий продукт химической промышленности. Среди минеральных кислот, производимых химической промышленностью, серная кислота по объему производства и потребления занимает первое место. Серную кислоту используют в различных отраслях народного хозяйства, поскольку она обладает комплексом особых свойств, облегчающих ее технологическое использование.

Одним из главных направлений химического производства является изготовление так называемого «купоросного масла». Крупнейшими потребителями серной кислоты являются производства минеральных удобрений: суперфосфата, сульфата аммония [1].

Проблема производства серной кислоты всегда актуальна, так как ранее сказано, серная кислота применяется во многих отраслях промышленности. В течение последних трех лет в России наблюдается как спад, так и подъем. В 2015 году в России было изготовлено 10 395,2 тыс. тонн серной кислоты, что на 5,9% больше объема производства предшествующего года. Производство серной кислоты в октябре 2016 года выросло на 19,4% к уровню октября прошедшего года и составило 923,5 тыс. тонн [2].

Исходным веществом для производства серной кислоты является колчедан. Его кристаллическая модификация – пирит, двусернистое железо. Пирит — один из самых распространенных в земной коре сульфидов. Серный колчедан является сложным по химическому составу рудой, в которую входят вещества, содержащие примеси меди, цинка, свинца, кобальта, кадмия и многих других металлов, главным образом в виде сернистых соединений, а также оксидов, сульфатов и карбонатов с примесью пустой породы. В России залежи колчеданных руд сосредоточены основным образом на Урале, а также в Сибири, Казахстане. Производство серной кислоты из колчедана намного дешевле, чем производство ее из сероводорода, образующегося при очистке серы в нефтепереработке.

Производство серной кислоты из сульфидов металлов состоит из следующих операций: обжиг FeS_2 ; обжиговый газ поступает в котел; далее газ проходит через две промывные башни, орошаемые 40%-ной и 10%-ной серной кислотой; после осушки в сушильной башне, перед которой газ разводится до содержания 9% SO_2 , его газодувкой подают на первую стадию конверсии; в теплообменниках газ разогревается до 420°C из-за теплоты газа, поступающего с первой стадии конверсии; SO_2 , окисленный на 92-95% в SO_3 , идет на первую стадию абсорбции в олеумный и моногидратный абсорберы, где избавляется от SO_3 ; далее газ с содержанием $\text{SO}_2 \sim 0,5\%$ попадает на вторую стадию конверсии; после отделения SO_3 на второй стадии абсорбции газ выбрасывается в воздух атмосферы [3].

Главнейшим технологическим оборудованием является: тарельчатый питатель; печь; котел-утилизатор; циклоны; электрофильтры; промывные башни; мокрые электрофильтры; отувочная башня; сушильная башня; брызгоуловитель; первый моногидратный абсорбер; теплообменники; контактный аппарат; олеумный абсорбер; второй моногидратный абсорбер; холодильники; 17-сборники.

Произведен практический расчет материального баланса печи для обжига колчедана КС-450 с учетом степени использования серы 0,887 по следующим исходным данным - производительность печи (100% H_2SO_4), т/ч - 22,873; расход сухого колчедана (45% S) на 1 т H_2SO_4 , т - 0,83; содержание, %: серы в колчедане – 41; влаги в колчедане – 6; серы в огарке – 1; SO_2 в сухом обжиговом газе - 13,5; SO_3 в сухом обжиговом газе - 0,13; O_2 в воздухе – 21; N_2 в

воздухе – 79. Поэтапно рассчитали и получили следующие данные: сухой колчедан - 20558,854; огарок - 15378,023; влага колчедана - 1312,27; обжиговый газ: сухой воздух - 55770,82; SO₂ - 16377,4824; пары воды в воздухе - 404,2; SO₃ - 197,112; O₂ - 3723,903; N₂ - 42539,6726; H₂O - 1716,46. Невязка составляет 0,022 по объему и 0,024 по массе, т.е. 2,2% по объему и 2,4% по массе.

Самыми существенными направлениями усовершенствования производства серной кислоты являются:

1. Повышение мощности аппаратуры при последовательной комплексной автоматизации производства.

2. Интенсификация процессов путем использования реакторов «кипящего слоя», более активных катализаторов, увеличении давлений и применение технического кислорода в процессе окисления.

3. Создание энерготехнологических схем с наибольшим применением теплоты экзотермических реакций, в том числе циклических систем под давлением.

4. Повышение степеней превращения на всех этапах производства для понижения расхода по сырью и материалам и снижение вредоносных выбросов [1].

5. Устранение вредных выбросов из отходящих газов, а также использование твердых отходов (огарок). Например, нежелательные вредные примеси H₂S и SO₂ из разных потоков можно соединить и подвергнуть концентрированию с целью перехода их в элементарную серу. Твердый огарок, заключающий в себе оксид железа можно употребить в качестве сорбента для абсорбции газов и очистки сточных вод.

Таким образом, в работе провели исследование технологического процесса производства серной кислоты, рассмотрели основное технологическое оборудование и рассчитали материальный баланс для печи КС-450.

Литература

1. Производство серной кислоты. Режим доступа: <http://trotted.narod.ru/chemtech/lec-15-16.htm>

2. Рынок серной кислоты. Текущая ситуация и прогноз на 2017-2021. Режим доступа: <http://alto-group.ru/otchet/marketing/501-rynok-sernoj-kisloty-tekushhaya-situaciya-i-prognoz-2015-2019-gg.html>

3. Серная кислота. Режим доступа: http://www.chemport.ru/data/chemipedia/article_3393.html