



УДК 66-9

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АММИАКА

IMPROVING THE TECHNOLOGY OF AMMONIA PRODUCTION

Садретдинов Илья Фагимович

кандидат химических наук, доцент,
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
28sif@snos.ru

Васильева Светлана Владимировна

студент-магистр,
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
laposhkaizotova@gmail.com

Аннотация. Данная статья посвящена анализу способов производства аммиака, обозначены современные направления по совершенствованию процесса синтеза аммиака.

Ключевые слова: аммиак, производство, обзор.

Sadretdinov Ilya Fagimovich

Ph.D. of Chemical Sciences,
Associate Professor,
Ufa State Petroleum Technological University
28sif@snos.ru

Vasilyeva Svetlana Vladimirovna

Student-Master,
Ufa State Petroleum Technological University
laposhkaizotova@gmail.com

Annotation. This article is devoted to the analysis of methods for the production of ammonia, the modern directions for improving the process of ammonia synthesis are indicated.

Keywords: ammonia, production, overview.

Аммиак широко используется в различных областях промышленности, сельском хозяйстве, медицине и химии. Он является не только конечным продуктом, но и промежуточным для получения большого количества азотсодержащих соединений.

В данной статье рассмотрены основные технологии производства аммиака.

Способ синтеза аммиака с использованием азота и водорода в качестве исходных материалов и при использовании катализатора, изготовленного преимущественно из железа, был открыт Габером и Бошем в 1910 г.

Процесс Габера-Боша включает стадию прямого взаимодействия газовой смеси из азота и водорода для осуществления реакции в условиях высокой температуры и высокого давления (400–600 °С, 20–100 Мпа). В качестве катализатора используется дважды промотированный Fe_3O_4 , содержащий несколько массовых процентов Al_2O_3 и K_2O . На конечной стадии процесса выделяют аммиак с помощью охлаждения или поглощения его водой. В настоящее время данный метод широко используется в промышленном масштабе практически в неизменном виде с момента его изобретения [1].

В работе [2] рассмотрен способ получения аммиака и серной кислоты из сульфата аммония, который может быть применен для расширения возможностей переработки сульфата аммония, образующегося при утилизации отходов производств. Данный способ включает термическое разложение сульфата аммония на гидросульфат аммония и аммиак, получение раствора гидросульфата аммония и вспомогательного сульфата, образующего с сульфатом аммония двойной сульфат. В дальнейшем проводят осаждение двойного сульфата и его отделение. Полученный раствор разбавленной серной кислоты очищают, предпочтительно осаждением примесей, которые отделяют и очищенный раствор разбавленной серной кислоты упаривают до получения товарной серной кислоты. Двойной сульфат аммония разлагают на сульфат аммония, который возвращают на термическое разложение, и на вспомогательный сульфат, который возвращают для получения раствора гидросульфата аммония и вспомогательного сульфата, образующего с сульфатом аммония двойной сульфат. Изобретение позволяет расширить возможности утилизации сульфата аммония, упростить производство аммиака и серной кислоты из сульфата аммония, исключить образование при производстве серной кислоты экологически опасного сернистого газа.

Другой метод получения аммиака – электрохимическая реакция взаимодействия протонов с газообразным азотом в присутствии катализатора на основе нитридов металлов. Использование предлагаемого изобретения позволяет получать аммиак при комнатной температуре окружающей среды и атмосферном давлении. Данный способ реализуется в электрохимической ячейке, куда осуществляется подача газообразного аммиака, где он вступает в контакт с поверхностью катодного электрода, причем эта поверхность содержит каталитическую поверхность с нитридным катализатором. Элек-



тролитическая ячейка содержит донор протонов, за счет чего азот реагирует с протонами с образованием аммиака. Каталитическая поверхность катодного электрода может состоять из одного или более нитридов, в том числе нитридов скандия, титана, ванадия, хрома, марганца, меди, иттрия, циркония, ниобия, молибдена, а серебра, гафния, тантала, золота, железа, кобальта, никеля, рутения, родия, палладия, осмия и иридия [3].

Аммиак возможно получать в процессе глубокой очистки технологических конденсатов водяного пара с одновременной выработкой сероводородсодержащих газов высокой степени чистоты [4]. Принципиальная схема процесса представлена на рисунке 1. Данный способ включает в себя подачу неочищенного технологического конденсата водяного пара в качестве питания системы колонн, выполненной в виде двух последовательно подключенных друг к другу абсорбционно-отпарной и ректификационной колонн. Из этой системы отводится очищенный конденсат, газообразный сероводород и газовая смесь, состоящая из аммиака с остаточным содержанием сероводородом и водой. Часть очищенного конденсата возвращается в абсорбционно-отпарную колонну, а аммиачная газовая смесь подается на очистку в скруббер с циркуляционным орошением и линиями отвода аммиака сверху скруббера и конденсата в качестве его кубового продукта, последний подключен к линии подачи неочищенного технологического конденсата в систему колонн. Очистку смеси газов в скруббере осуществляют в два этапа, на первом из которых смешивают газовую смесь с очищенным конденсатом, а на втором охлаждают несконденсировавшиеся газы и растворяют содержащийся в них остаточный сероводород в циркулирующем конденсате, при этом скруббер оборудуют дополнительной секцией, в которой проводят первый этап очистки.

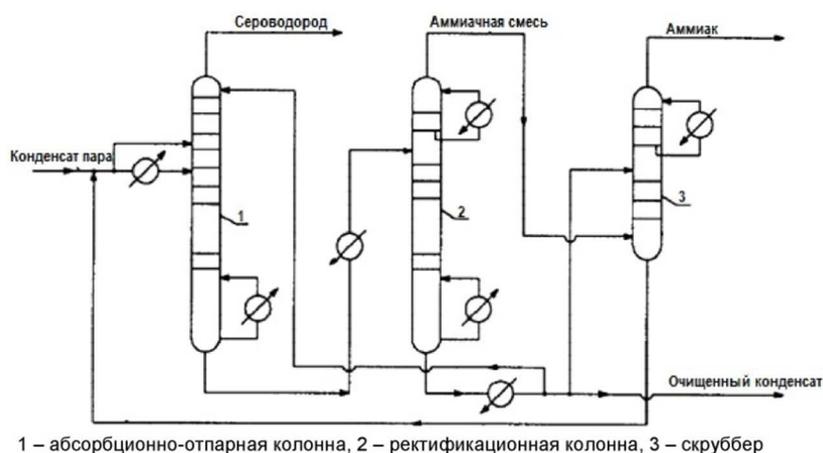


Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема очистки конденсата водяного пара

Задачей, на решение которой направлено данное изобретение, является обеспечение непрерывной работы установки очистки технологического конденсата без образования в аппаратах и трубопроводах солей гидросульфида аммония, повышение степени очистки технологического конденсата и снижение содержания сероводорода в потоке аммиака.

На основании литературной и патентной проработки можно сделать вывод, что на сегодняшний день единственным крупнотоннажным способом получения аммиака в промышленности является его синтез из водорода и азота по способу Габера-Боша. Анализ данных показал, что в основном многочисленные работы по совершенствованию процессов синтеза аммиака направлены на подбор каталитической системы, снижение экономических затрат, увеличение производительности процесса синтеза аммиака из водорода и азота и снижение влияния на окружающую среду. Несомненно, что в будущем нужны менее энергозатратные технологии, позволяющие получать аммиак при атмосферном давлении.

Литература:

1. Синтез аммиака / Л.Д. Кузнецов [и др.]. – М. : Химия, 1982. – 296 с.
2. Пат. 2560445 Российская Федерация, МПК C01B 17/74, C01C 1/02, C01C 1/246, C01B 17/90. Способ производства аммиака и серной кислоты из сульфата аммония / Доронин А.В.; заявитель и патентообладатель Доронин А.В. – № 2013146887/05; заявл. 18.10.2013; опубл. 20.08.2015 Бюл. № 23.
3. Пат. 2686465 Российская Федерация, МПК C25B 1/00, C25B 9/06, C25B 11/04, B01D 53/50, B01D 53/56, B01D 53/92. Электролитический способ получения аммиака / Скуласон Эгилль.; заявитель и патентообладатель Хасколи Айлэндз. – № 2016151299; заявл. 12.06.2015; опубл. 26.04.2019 Бюл. № 12.
4. Пат. 2307795 Российская Федерация, МПК C02F 1/04, C02F 1/58, B01D 3/14, C02F 101/10, C02F 101/14, C02F 103/18. Способ очистки технологических конденсатов от сероводорода и аммиака / Андриканис В.В., Ан-



дреев Б.В., Шаховский К.О., Белявский О.Г.; заявитель и патентообладатель Закрытое акционерное общество «Элиstek инжиниринг интернейшенл». – № 2005139371/15; заявл. 16.12.2005; опубл. 10.10.2007 Бюл. № 28.

References:

1. Ammonia synthesis / L.D. Kuznetsov [et al.]. – M. : Chemistry, 1982. – 296 p.
2. Pat. 2560445 Russian Federation, IPC C01B 17/74, C01C 1/02, C01C 1/246, C01B 17/90. Method of ammonia and sulfuric acid production from ammonium sulfate / A.V. Doronin; applicant and patent holder A.V. Doronin – № 2013146887/05; application. 18.10.2013; publ. 20.08.2015 Bulletin № 23.
3. Pat. 2686465 Russian Federation, IPC C25B 1/00, C25B 9/06, C25B 11/04, B01D 53/50, B01D 53/56, B01D 53/92. Electrolytic method for the production of ammonia / Schulason Egill; applicant and patentee Haskoli Ireland. – № 2016151299; application. 12.06.2015; published 26.04.2019 Bulletin № 12.
4. Pat. 2307795 Russian Federation, IPC C02F 1/04, C02F 1/58, B01D 3/14, C02F 101/10, C02F 101/14, C02F 103/18. Method of treatment of technological condensates from hydrogen sulfide and ammonia / V.V. Andrikanis, B.V. Andreev, K.O. Shakhovsky, O.G. Belyavsky; applicant and patent holder Closed Joint Stock Company «Elistek Engineering International». – № 2005139371/15; Application. 16.12.2005; publ. 10.10.2007 Bulletin № 28.