

УДК 66.03

ТЕХНОЛОГИЯ UHDE НЕЙТРАЛИЗАЦИИ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ

Шанина Н.С., студент гр. ХНб-161, IV курс
Научный руководитель: Бобровникова А.А., к.х.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева,
г. Кемерово

Селитра является универсальным азотным удобрением, содержащим одновременно аммиачную и нитратную формы азота. Она эффективна почти под все сельскохозяйственные культуры [1-3]. Также она входит в состав большой группы устойчивых взрывчатых веществ [4-6].

Аммиачная селитра (АС) имеет ряд преимуществ перед другими азотными удобрениями. Она содержит 34-34,5% азота и в этом отношении уступает только карбамиду $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, содержащему 46% азота. Другие азотные и азотсодержащие удобрения имеют значительно меньше азота.

Нитрат аммония получают из газообразного аммиака и водной азотной кислоты в ходе экзотермической реакции. Точное управление параметрами реакционной системы является ключевым фактором высокоэффективного производства аммиачной селитры [7]. К таким параметрам относятся хорошее перемешивание реагентов в системе и надежное регулирование температуры, значений pH и др. [8].

В два аппарата нейтрализации попадает газообразный аммиак, нагретый в подогревателе паровым конденсатом до 120-190°C. Так чтобы на выходе из аппарата раствор имел небольшой избыток азотной кислоты, обеспечивающий полноту поглощения аммиака, количество подаваемых азотной кислоты и аммиака регулируют. В нижней части аппарата происходит нейтрализация кислот при температуре 148-165°C с получением раствора, имеющий 89-92% NH_4NO_3 . В верхней части аппарата водяные пары (или соковый пар) отмываются от брызг аммиачной селитры и паров HNO_3 на четырех колпачковых тарелках. Некоторую часть тепла сокового пара применяют на подогрев азотной кислоты. После соковый пар направляют на очистку в промывные скрубберы и затем выбрасывают в атмосферу.

А кислый раствор аммиачной селитры направляют в донейтрализатор, куда поступает аммиак в количестве, необходимом для донейтрализации раствора. Затем раствор подают в выпарной аппарат 5 на доупарку, которая ведется водяным паром под давлением 1,4 МПа и воздухом, нагретым примерно до 180°C. Полученный плав содержит не менее 99,3% селитры.

Технология Uhde предусматривает наружный циркуляционный контур (с естественной или принудительной циркуляцией) и высокотехнологичную

систему подачи и смешивания реагентов для обеспечения стабильных условий работы. Компания ThyssenKrupp Industrial Solutions предлагает два собственных способа нейтрализации для производства раствора аммиачной селитры: нейтрализация под вакуумом и под давлением [9].

Нейтрализация и испарение в вакууме пользуется самой большой популярностью, так как требует самых низких инвестиционных затрат. При небольшом избыточном давлении реакция происходит в нейтрализаторе, чтобы исключить кипение раствора аммиачной селитры в зонах реакции и смешивания, что сводит к минимуму потери аммиака. После чего раствор мгновенно испаряется под вакуумом, проходя через дроссельную заслонку на входе сепаратора пара, таким образом, тепло реакции используется для испарения воды. Вследствие этого, подогретая сырьевая 60 % азотная кислота может быть преобразована в раствор аммиачной селитры с концентрацией 95 %. Однако по соображениям контроля и безопасности концентрация раствора АС обычно ограничивается 92 %.

Пар, образующийся при нейтрализации кислоты и испарении раствора аммиачной селитры, промывается либо прямо в сепараторе пара, либо специальной отпарной колонне (скруббере). В зависимости от качества технологического пара используется одноступенчатый или двухступенчатый скруббер. Отмытые в скруббере пары используются для подогрева сырья, избыточные пары конденсируются. Дальнейшее упаривание раствора необходимо для переработки, такой как гранулирование или приллирование. Это достигается за счет парового нагрева раствора под вакуумом. В целях оптимального управления процессом и обеспечения стабильности компания использует термосифонную систему испарения.

При нейтрализации под давлением система технологического пара работает под давлением выше атмосферного для более эффективной утилизации реакционного тепла.

ThyssenKrupp Industrial Solutions предлагает два варианта нейтрализации под давлением для эффективной рекуперации тепла:

а) тепло покидающей нейтрализатор, используется прямо на стадии окончательного концентрирования. Даже для достижения окончательной концентрации 97 %, импорт дополнительного пара не требуется.

б) часть реакционного тепла используется для выработки пара низкого давления 0,5 МПа, а для окончательного концентрирования раствора АС используется сторонний пар.

В том и другом случаях пар мгновенного испарения из сепаратора пара под давлением 0,2-0,4 МПа. может быть использован для промежуточного концентрирования слабого раствора аммиачной селитры. Остаточный технологический пар также используется для подогрева сырья, а избыточный пар конденсируется. В зависимости от назначения парового конденсата необходимо отмыть часть пара или весь пар перед тем, как он конденсируется в отдельном паровом скруббере.

Таблица 1

Сравнение расходных показателей стадий нейтрализации и выпаривания в вакууме и нейтрализации под давлением при производстве аммиачной селитры

Расходные показатели		Нейтрализация в вакууме	Нейтрализация под давлением	
			0,2 МПа с прямой рекуперацией тепла	0,4 МПа с получением чистого пара
Импорт пара	кг/ТАС	130	10	52
Экспорт пара	кг/ТАС	-	-	240
Охлаждающая вода	м ³ /ТАС	31,0	22,5	3,8
Электроэнергия	кВт/ТАС	2,0	3,8	4,8
Аммиак	кг/ТАС	213	213	213
Азотная кислота	кг/ТАС	789	789	789

Примечание: приведенные показатели относятся к сырью 60% по массе азотной кислоты, готовому продукту АС с концентрацией 96% по массе, охлаждающей воде при $\Delta T = 10^{\circ}\text{C}$, электропотреблению без учета РСУ, освещения, кондиционирования воздуха, и т. д.

Из таблицы 1 можно наглядно увидеть различия между приведенными выше стадиями нейтрализации и выпаривании в вакууме и нейтрализации под давлением.

К преимуществам технологии получения аммиачной селитры методом нейтрализации относятся:

- высокая концентрация аммиачной селитры после блока нейтрализации;
- получение очень чистого технологического конденсата;
- очень низкая температура реакции из-за высокой скорости циркуляции и низкого давления;
- высокая гибкость с точки зрения загрузки: установку можно использовать в диапазоне (40-110) % мощности, просто изменив заданные значения системы управления;
- отсутствие износа деталей: завод может работать непрерывно в течение года;
- повышенная безопасность установки благодаря независимости систем контроля и отключения.

Список литературы:

1. Набиев, А.А Известково-аммиачная селитра и её применение в сельскохозяйственном производстве / А.А. Набиев, Ш.С. Намазов, А.Р. Сейтназаров, А.М. Реймов, Б.М. Беглов, М.Ж. Айымбетов // *Universum: технические науки*. 2017. № 6 (39). С. 25-32.

2. Капустин, С.И. Эффективность весенних подкормок аммиачной селитрой озимой пшеницы, посеянной после сорго на зерно / С.И. Капустин, А.Б. Володин, А.С. Капустин // *Таврический вестник аграрной науки*. 2017. № 4 (12). С. 57-62.

3. Кудрявцев, А. Е. Влияние аммиачной селитры и стимуляторов роста на урожайность яровой пшеницы в сухой степи Алтая / Кудрявцев, А.Е. Шевчук Н.И., Гаан К.И., Лель В.К. В сборнике: Аграрная наука - сельскому хозяйству сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции: в 2 кн.. 2018. С. 327-329.

4. Лавров, В.В. Анализ результатов крупномасштабных взрывных испытаний составов на основе аммиачной селитры / В.В. Лавров // *Вестник Технологического университета*. 2016. Т. 19. № 19. С. 151-156.

5. Державец, А.С. Аммиачная селитра для взрывчатых материалов / А.С. Державец, Ф.И. Галушко // *Горная промышленность*. 2018. № 6 (142). С. 48.

6. Галушко, Ф.И. Опыт практического применения пористой аммиачной селитры для производства эмульсионных взрывчатых веществ на АО "Ковдорский ГОК" / Ф.И. Галушко // *Горная промышленность*. 2018. № 6 (142). С. 52.

7. Василенко, В.И. Химико-технологические основы производства аммиачной селитры / В.И. Василенко, М.А. Ульянова, В.П. Зволинский // *Наука и образование сегодня*. 2016. № 6 (7). С. 13-18.

8. Диденко, Т.Л. Исследование влияния влаги на характеристики аммиачной селитры физико-химическими методами анализа / Т.Л. Диденко, Д.Р. Тахавиева, А.М. Сысоева // *Вестник Технологического университета*. 2016. Т. 19. № 14. С. 89-92.

9. *Industrial solutions Russia* / [Электронный ресурс] / URL <https://www.tkisrus.com/> (дата обращения 21.02.2020)