

**ТЕХНОЛОГИИ СНИЖЕНИЯ
ВЫБРОСОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ
АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ**



Аммиачная селитра (нитрат аммония) является одним из многотоннажных продуктов химической промышленности, широко используемых в сельском хозяйстве и других отраслях экономики.

Среди минеральных азотсодержащих удобрений аммиачная селитра занимает ведущее место, так как является одним из наиболее эффективных безбалластных удобрений с высокой концентрацией питательных веществ и сбалансированным содержанием нитратного и аммонийного азота.

В настоящее время в России аммиачная селитра производится в основном в крупнотоннажных агрегатах АС-72, АС-72М, АС-67 с проектной

мощностью 450 тыс. т/год. Небольшая доля аммиачной селитры вырабатывается в агрегатах АС-60.

Основные загрязняющие вещества, поступающие в атмосферу с воздухом из грануляционных башен производства аммиачной селитры, — это нитрат аммония и аммиак.

В действующих агрегатах аммиачной селитры расход воздуха, подаваемого в грануляционную башню, составляет до 10 тыс. м³/т продукта. При этом содержание нитрата аммония и аммиака в паровоздушной смеси, направляемой на очистку перед выбросом в атмосферу, может достигать соответственно 1300 мг/м³ и 250 мг/м³.

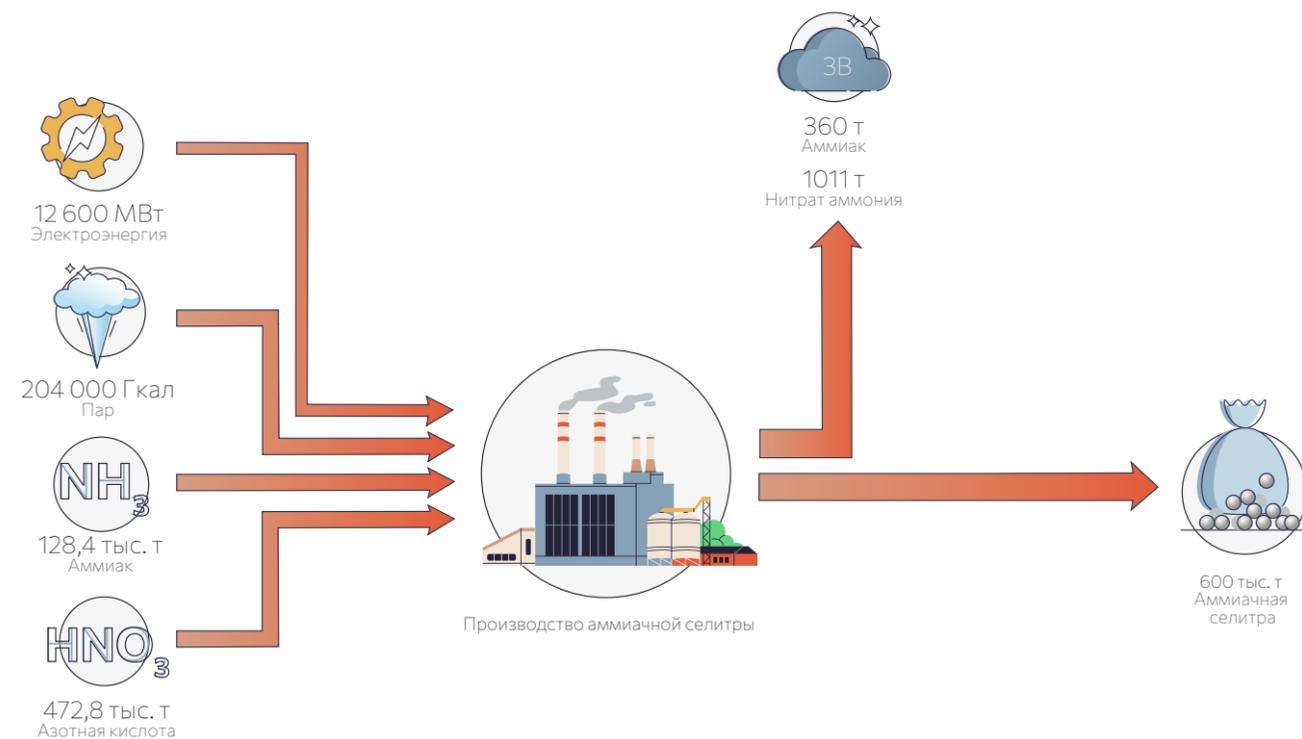
Используемые в настоящее время комбинированные системы очистки, включающие мокрую скрубберную очистку и фильтрующую очистку, позволяют достичь содержания нитрата аммония и аммиака в паровоздушной смеси, выбрасываемой в атмосферу, на уровне 30–50 мг/м³ и 10–30 мг/м³ соответственно (или 1,5 кг/т и 0,65 кг/т).

В новых производствах существенное снижение эмиссий загрязняющих веществ может быть достигнуто при применении технологии с замкнутым циклом подачи воздуха в грануляционную башню. Такая технология впервые в России была внедрена на одном из предприятий отрасли в 2015 г.

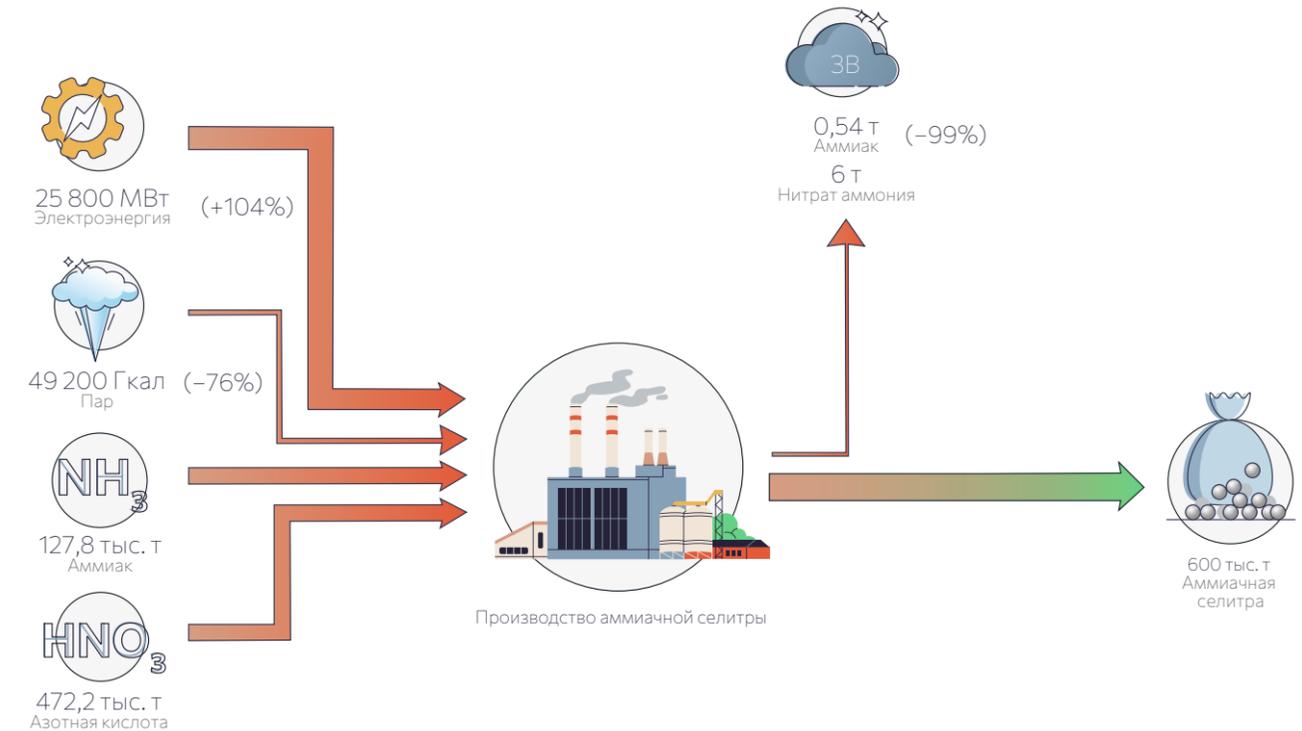
В данной технологии весь объем отходящих газов, выходящих из грануляционной башни, направляется на очистку в скруббер. В скруббере запыленного воздуха очистка осуществляется слабым раствором аммиачной селитры. После скруббера основная часть (примерно 85–90%) воздуха возвращается в грануляционную башню, а небольшая часть (10–15%) отводится в дополнительный скруббер и после финальной очистки выбрасывается в атмосферу.

Применение схемы с замкнутым контуром воздуха позволяет существенно снизить эмиссии загрязняющих веществ в атмосферу.

2010

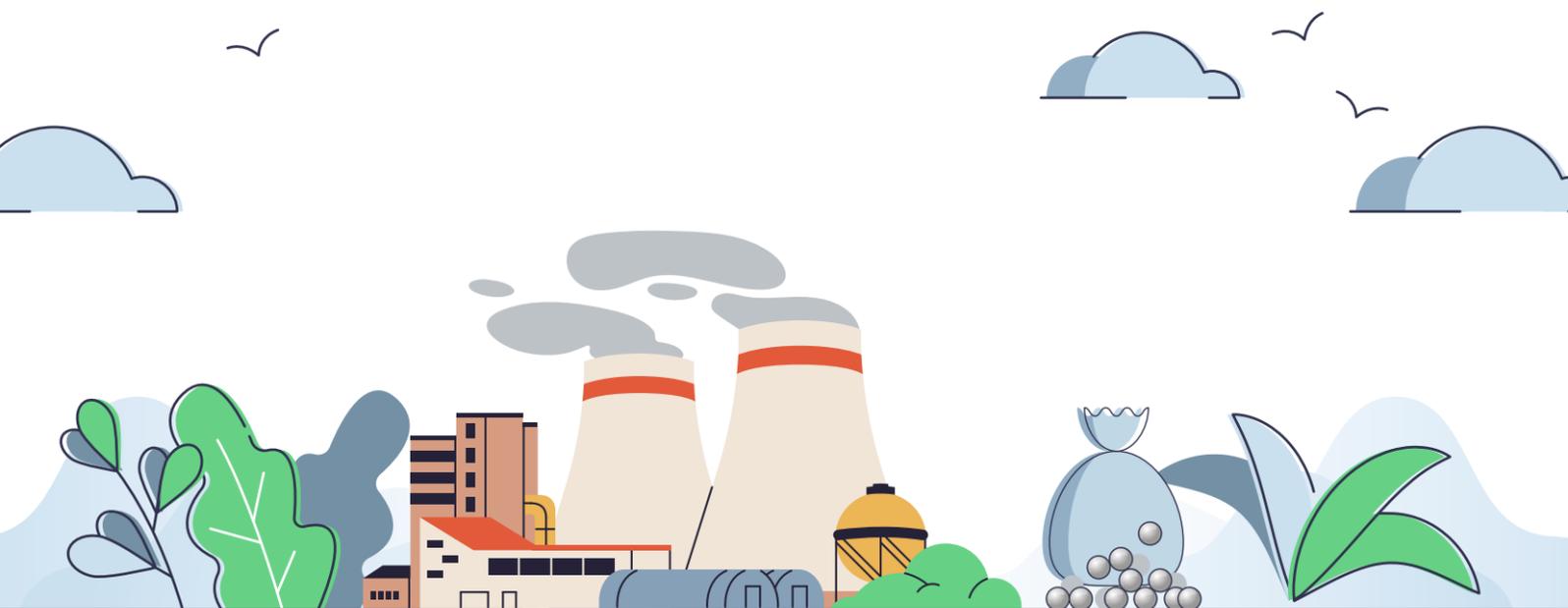


2022



УДК 661.52

РЕСУРСО- И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ



А. В. Васильев

эксперт, член ТРГ 2, разработчик ИТС НДТ
«Производство аммиака, минеральных
удобрений и неорганических кислот»

А. С. Малявин

заместитель начальника отдела химической
и нефтехимической промышленности
ФГАУ «НИИ ЦЭПП», к.т.н.

ВВЕДЕНИЕ

Аммиачная селитра (нитрат аммония) является одним из многотоннажных продуктов химической промышленности, широко используемых в сельском хозяйстве и других отраслях промышленности.

Среди минеральных азотсодержащих удобрений аммиачная селитра занимает ведущее место, так как это одно из наиболее эффективных безбалластных удобрений с высокой концентрацией питательных веществ и сбалансированным содержанием нитратного и аммонийного азота.

В настоящее время в России аммиачная селитра производится в основном в крупнотоннажных агрегатах АС-72, АС-72М, АС-67 с проектной мощностью 450 тыс. т/год. Небольшая доля аммиачной селитры вырабатывается в агрегатах АС-60.

В табл. 1 представлен перечень компаний — производителей аммиачной селитры, относящихся к отрасли производства минеральных удобрений.

Таблица 1. Перечень предприятий — производителей аммиачной селитры

| № п/п | Предприятие | Регион | Номинальная мощность, тыс. т/год |
|-------|---|-------------------------|----------------------------------|
| 1 | Филиал «КЧХК» АО «ОХК «УРАЛХИМ» | Кировская область | 1481 |
| 2 | ПАО «Акрон» | Новгородская область | 900 |
| 3 | ПАО «Дорогобуж» | Смоленская область | 900 |
| 4 | АО «НАК «Азот» | Тульская область | 900 |
| 5 | Филиал «Азот» АО «ОХК «УРАЛХИМ» | Пермский край | 900 |
| 6 | КАО «Азот» | Кемеровская область | 900 |
| 7 | ПАО «КуйбышевАзот» | Самарская область | 680 |
| 8 | АО «Невинномысский Азот» | Ставропольский край | 600 |
| 9 | АО «Минудобрения» | Воронежская область | 520 |
| 10 | АО «Апатит» | Вологодская область | 450 |
| 11 | АО «Мелеузовские минеральные удобрения» | Республика Башкортостан | 450 |
| 12 | АО «Аммоний» | Республика Татарстан | 380 |
| 13 | ООО «Ангарский азотно-туковый завод» | Иркутская область | 189 |

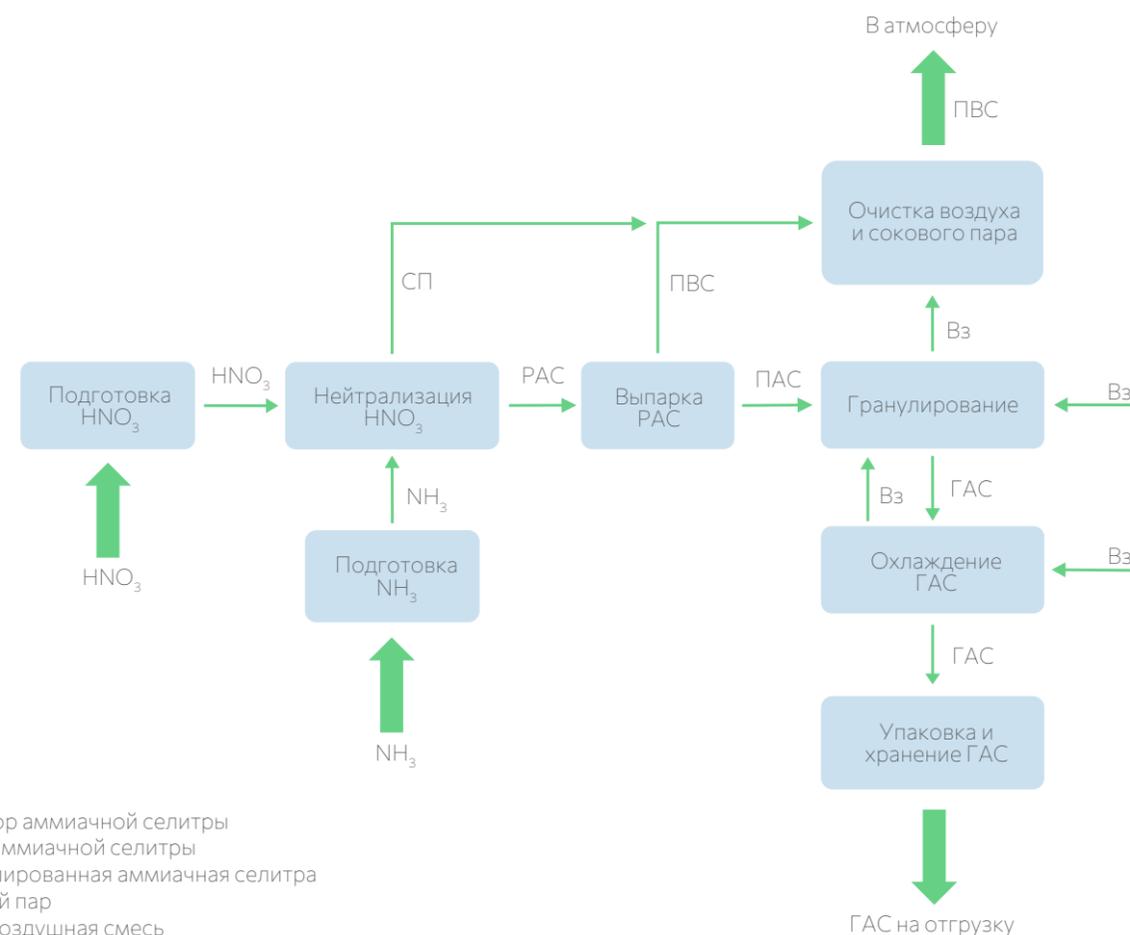
Принципиальное описание технологических процессов, используемых в настоящее время

Указанные выше агрегаты производства аммиачной селитры отличаются технологическими схемами и аппаратным оформлением, но в основе технологического процесса лежит одна базовая технология, включающая следующие основные стадии:

- ▶ подготовка сырья;
- ▶ нейтрализация азотной кислоты газообразным аммиаком с получением раствора аммиачной селитры;
- ▶ выпаривание раствора аммиачной селитры с получением высококонцентрированного плава;

- ▶ гранулирование плава аммиачной селитры;
- ▶ охлаждение гранул;
- ▶ обработка гранул специальными антислеживающими добавками;
- ▶ очистка воздуха и сокового пара перед выбросом в атмосферу;
- ▶ упаковка и хранение готового продукта.

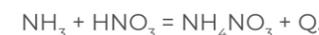
Блок-схема технологического процесса представлена на рис. 1.



РАС – раствор аммиачной селитры
 ПАС – плава аммиачной селитры
 ГАС – гранулированная аммиачная селитра
 СП – соковый пар
 ПВС – паровоздушная смесь
 Вз – воздух

РИС. 1. Блок-схема технологического процесса производства аммиачной селитры

Сырьем для производства аммиачной селитры являются аммиак и неконцентрированная азотная кислота. Раствор аммиачной селитры получается в результате нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком по экзотермической реакции:



Предварительно подогретые аммиак и азотная кислота подаются в реакционную часть нейтрализаторов,

называемых также аппаратами ИТН (использование тепла нейтрализации). Полученный раствор аммиачной селитры после донейтрализации избыточной кислотности направляется на стадию выпаривания.

Соковый пар, образующийся в процессе нейтрализации, после предварительной очистки от аммиака, аммиачной селитры и паров азотной кислоты в зависимости от схемы направляется на очистку вместе с воздухом из грануляционной башни и паровоздушной смесью из доупарочных

аппаратов или конденсируется в поверхностных конденсаторах. Часть сокового пара используется на подогрев исходного сырья.

В зависимости от концентрации раствора аммиачной селитры его упаривание до состояния высококонцентрированного плава осуществляется в одну или несколько ступеней. На промежуточных ступенях упаривание раствора осуществляется под вакуумом с последующей конденсацией сокового пара в поверхностных конденсаторах. Доупаривание раствора аммиачной селитры до остаточного содержания влаги 0,2–0,5% мас. осуществляется в выпарных аппаратах с падающей пленкой под избыточным давлением, близким к атмосферному. В нижнюю часть доупарочных аппаратов подается нагретый атмосферный воздух, который, проходя вверх по трубкам, вступает в контакт с плавом. После доупарочных аппаратов плавы аммиачной селитры в зависимости от схемы с помощью насоса или самотеком направляются в напорную емкость, установленную на вершину грануляционной башни.

Процесс гранулирования плава и охлаждения гранул аммиачной селитры в зависимости от схемы осуществляется в башнях прямоугольного или круглого сечения с выносным или встроенным аппаратом

охлаждения в псевдоожиженном (кипящем) слое. Поток воздуха, необходимый для процесса, обеспечивается нагнетателем снизу или вытяжными вентиляторами, установленными на вершине гранбашни.

Охлажденный продукт направляется на склад или на обработку ПАВ, а затем на отгрузку навалом или на упаковку в мешки.

Загрязненный примесями нитрата аммония и аммиака воздух из грануляционной башни, а также паровоздушная смесь из доупарочных аппаратов, соковый пар из аппаратов ИТН поступают на очистку в промывной скруббер. В промывном скруббере на массообменных тарелках осуществляется очистка паровоздушной смеси закисленным раствором нитрата аммония. Промывные скрубберы на агрегатах АС-72 и АС-72М оснащаются дополнительной ступенью фильтрующей очистки от примесей нитрата аммония. В агрегатах АС-60 воздух из гранбашен выбрасывается в атмосферу без предварительной очистки.

В табл. 2 представлены нормы расхода основных видов сырья и энергоресурсов, эмиссии загрязняющих веществ действующих агрегатов аммиачной селитры.

Таблица 2. Нормы расхода основных видов сырья и энергоресурсов, эмиссии загрязняющих веществ действующих агрегатов аммиачной селитры, %

| Показатель | Ед. изм. | Значение показателя | | | |
|--|----------|---------------------|-----------|------------|-----------|
| | | АС-72 | АС-72М | АС-67 | АС-60 |
| Аммиак (100% NH ₃) | кг/т | 211±216 | 213±215 | 213±214 | 211±224 |
| Азотная кислота (100% HNO ₃) | кг/т | 786±790 | 786±795 | 787±788 | 788±831 |
| Водяной пар | Гкал/т | 0,18±0,31 | 0,19±0,21 | 0,214±0,34 | 0,3±0,39 |
| Электроэнергия | кВт*ч/т | 13±36 | 14±22 | 21±30,4 | 18,5±22 |
| Эмиссия NH ₄ NO ₃ | кг/т | 0,43±3,1 | 0,31±1,88 | 1,34±2,03 | 2,1±2,18 |
| Эмиссия NH ₃ | кг/т | 0,05±1,3 | 0,05±1,3 | 0,48±0,72 | 1,84±1,92 |

Улучшение экологических показателей производства аммиачной селитры

Основными загрязняющими веществами, поступающими в атмосферу с воздухом из грануляционных башен производства аммиачной селитры, являются нитрат аммония и аммиак. Известно, что потери нитрата аммония и аммиака возрастают пропорционально количеству воздуха, подаваемого в грануляционную башню.

В действующих агрегатах аммиачной селитры расход воздуха, подаваемого в грануляционную башню, составляет до 10 тыс. м³/т продукта. При этом содержание нитрата аммония и аммиака в паровоздушной смеси, направляемой на очистку перед выбросом в атмосферу, может достигать 1300 и 250 мг/м³ соответственно.

Используемые в настоящее время комбинированные системы очистки, включающие мокрую скрубберную очистку и фильтрующую очистку, позволяют достичь содержания нитрата аммония и аммиака в паровоздушной смеси, выбрасываемой в атмосферу, на уровне 30–50 и 10–30 мг/м³ соответственно. Учитывая высокий расход воздуха, выбрасываемого из грануляционных башен, эмиссии нитрата аммония и аммиака в крупнотоннажных агрегатах составляют в среднем 1,5 и 0,65 кг/т соответственно.

Одним из возможных путей улучшения экологических показателей действующих агрегатов является дальнейшее совершенствование систем очистки выбросов из грануляционных башен с целью снижения показателей эмиссии до уровня не более 15 мг/м³ по нитрату аммония и не более 10 мг/м³ по аммиаку.

В новых производствах существенное сокращение эмиссии загрязняющих веществ может быть достигнуто при применении технологии с замкнутым циклом подачи воздуха в грануляционную башню. Такая технология впервые в России была внедрена на одном из предприятий отрасли в 2015 г. На новом агрегате предусматривается выпуск двух видов продукта: аммиачная селитра низкой плотности (пористая аммиачная селитра) и аммиачная селитра высокой плотности (гладкая аммиачная селитра).

Технологическая схема производства гладкой аммиачной селитры в новом агрегате базируется на тех же основных стадиях технологического процесса, что и действующие агрегаты, но отличается аппаратурным оформлением.

Одним из принципиальных отличий нового агрегата является использование замкнутого контура циркуляции воздуха на стадии гранулирования. Как и в других агрегатах, гранулирование плава осуществляется в башне. Весь объем запыленного воздуха, выходящего из грануляционной башни, направляется на очистку в скруббер. В скруббере запыленного воздуха очистка осуществляется слабым раствором аммиачной селитры. После скруббера основная часть (примерно 85–90%) воздуха возвращается в грануляционную башню, а небольшая часть (10–15%) отводится в дополнительный скруббер и после финальной очистки выбрасывается в атмосферу. Для восполнения этой части воздуха может быть использован атмосферный воздух после подготовки или воздух из аппарата охлаждения гранул в кипящем слое.

Принципиальная технологическая схема стадии гранулирования нового агрегата представлена на рис. 2.

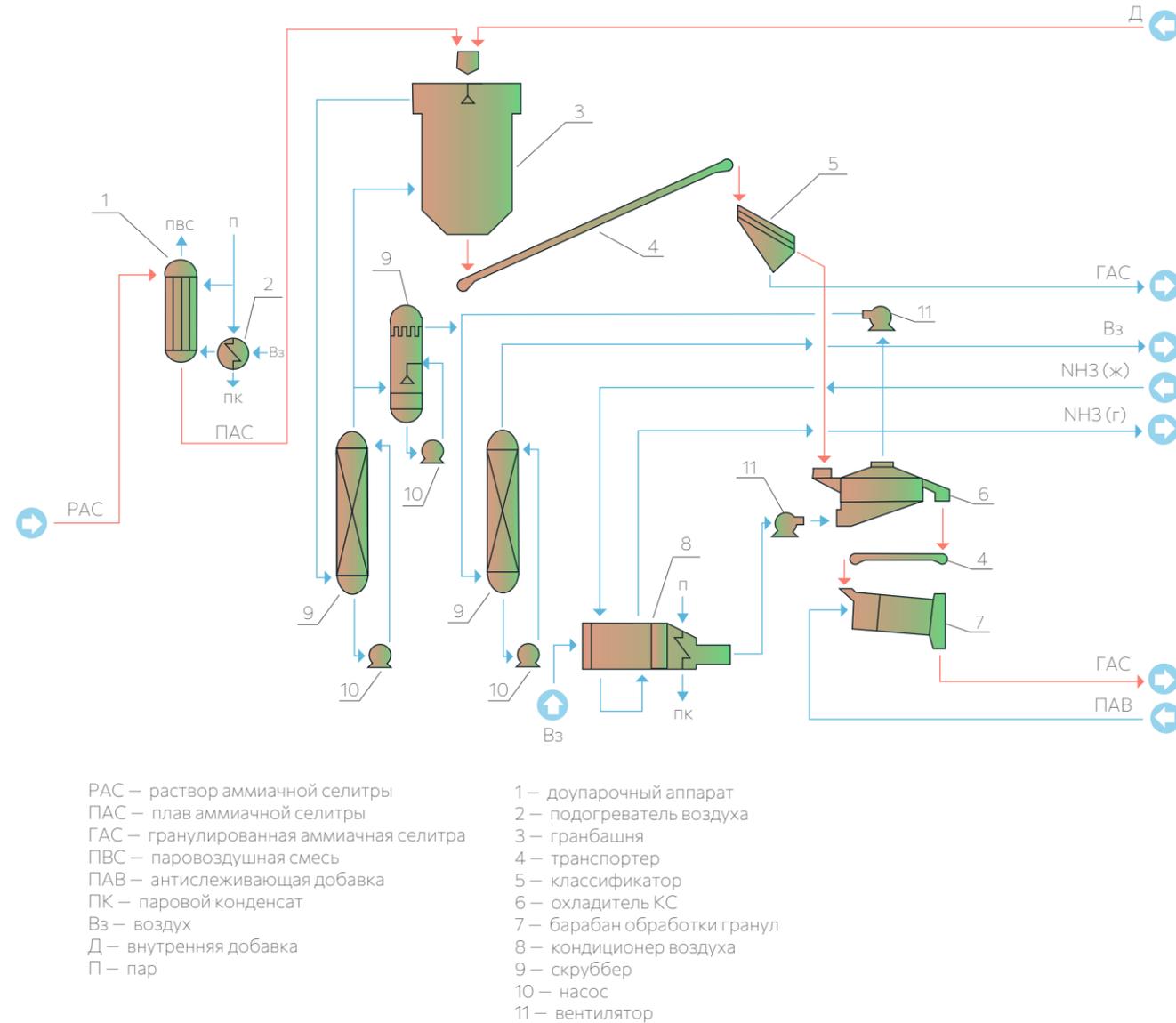


РИС. 2. Принципиальная технологическая схема агрегата с замкнутым контуром воздуха

Применение схемы с замкнутым контуром воздуха позволяет существенно снизить эмиссию загрязняющих веществ в атмосферу. В табл. 3 для сравнения представлены нормы расхода основных видов

сырья и энергоресурсов, эмиссии загрязняющих веществ для нового агрегата и агрегата АС-67, которые эксплуатируются на одном из предприятий отрасли.

Таблица 3. Нормы расхода основных видов сырья и энергоресурсов, эмиссии загрязняющих веществ для нового агрегата и агрегата АС-67

| Показатель | Ед. изм. | Значение показателя | |
|--|----------|---------------------|---------------|
| | | АС-67 | новый агрегат |
| Аммиак (100% NH ₃) | кг/т | 213÷214 | 213 |
| Азотная кислота (100% HNO ₃) | кг/т | 787÷788 | 787 |
| Водяной пар | Гкал/т | 0,214÷0,34 | 0,082 |
| Электроэнергия | кВт*ч/т | 21÷30,4 | 43 |
| Эмиссия NH ₄ NO ₃ | кг/т | 1,34÷2,03 | 0,01 |
| Эмиссия NH ₃ | кг/т | 0,48÷0,72 | 0,0009 |

ЛИТЕРАТУРА

- ИТС НДТ 2-2019 «Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот».
- Иванов М. Е., Олевский В. М., Поляков Н. Н., Стрижевский И. И., Ферд М. Л., Цеханская Ю. В. Технология аммиачной селитры. М.: Химия. 1978. 312 с.
- Чернышев А. К., Левин Б. В., Туголуков А. В., Огарков А. А., Ильин В. А. Аммиачная селитра: свойства, производство, применение. М., 2009. 544 с.
- Справочник азотчика. Производство разбавленной и концентрированной азотной кислоты: Производство азотных удобрений: Материалы, компрессоры и газгольдеры производства азотной кислоты и удобрений: Энергоснабжение производств связанного азота и органических продуктов: Техника безопасности производств связанного азота и органических продуктов. 2-е изд. перераб. М.: Химия. 1987. 464 с.
- Prilled ammonium nitrate: shifting from LDAN to HDAN. — Материалы конференции ANNA, Eindhoven 2016.