

Производство нитроаммофоски

Производство удобрений на основе азотнокислотной переработки фосфатного сырья

Комплексные удобрения на основе азотнокислотной переработки фосфатного сырья производятся Акрон, ОАО; Дорогобуж, ОАО; ЗМУ КЧХК, ОАО; Минудобрения, ОАО г. Россошь.

Азотнокислотное разложение фосфатного сырья с отделением тетрагидрата нитрата кальция вымораживанием, аммонизацией полученного азотнофосфорнокислого раствора, упариванием пульпы, смешением с хлористым калием и грануляцией в барабанном грануляторе-сушилке

Исходным сырьем для получения NPK (NPKS)-удобрений является апатит, из которого производится пульпа аммонизированного азотно-фосфорного раствора (ААФР) с различным соотношением азота к фосфору в зависимости от марки сложного удобрения и хлористый калий (концентрат минеральный «Сильвин»).

Производство ААФР включает в себя следующие стадии (см. рисунок 6.7):

- азотно-кислотное разложения апатита;
- осветление азотно-кислотной вытяжки апатита (АКВ);
- кристаллизация и фильтрация нитрата кальция;
- приготовление стандартного азотно-фосфорнокислого раствора (АФР) и аммо-низированного азотнофосфорного раствора (ААФР) для производства СМУ и азото-фосфата.

Основной целью процесса азотнокислотного разложения апатита является перевод в водорастворимое состояние соединений фосфора и кальция путем его вскрытия азотной кислотой, содержащейся в азотнокислых оборотных растворах.

В результате разложения апатита азотнокислыми оборотными растворами образуется АКВ, представляющая собой суспензию с отношением твердых и жидких фаз, равным 1:45÷1:50. Жидкая фаза представляет водный раствор фосфорной и азотной кислот, нитратов кальция, фтороводорода, примесных соединений причем степень вскрытия соединений ценных элементов практически равна доле разложившегося апатита. Твердая фаза состоит из нерастворимых в кислотах минералов — ильменита (FeTiO_3), сфена (CaTiSiO_5), титаномагнетита ($\text{Fe}_3\text{O}_4 \cdot \text{FeTiO}_3 \cdot \text{TiO}_2$) и др.

АКВ со стадии разложения апатита направляется на стадию осветления. Осветление АКВ осуществляется в сгустителях, представляющих собой вертикальный цилиндрический аппарат ($V = 700 \text{ м}^3$) с коническим днищем и гребковой мешалкой.

Осветленный раствор из сгустителя направляется в узел

Подпроцессы

1.1. Прием и хранение сырья

1.2. Разложение апатита

1.3. Кристаллизация, фильтрация и отделение нитрата кальция от АФР

1.4. Аммонизация

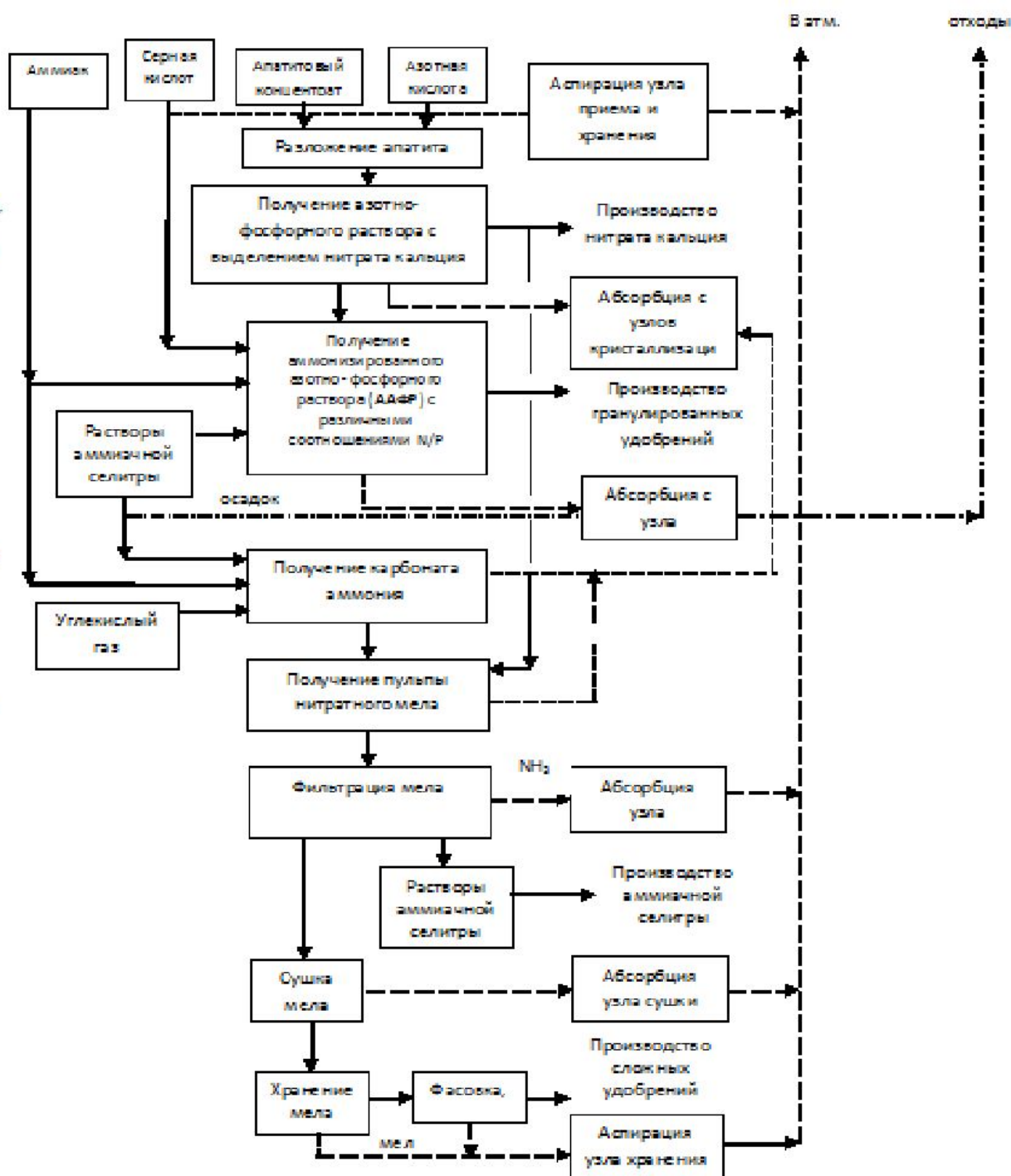
1.5. Получение карбоната аммония

1.6. Получение пульпы нитратного мела

1.7. Фильтрация

1.8. Сушка

1.9. Хранение и отгрузка готового продукта



Кристаллизация, фильтрация и отделение нитрата кальция от азотно-фосфорного раствора

Основная цель данной стадии — перевод содержащегося в АКВ нитрата кальция из жидкой фазы в твердую для его последующего отделения от азотно-фосфорного раствора (АФР). Это необходимо для получения в дальнейшем удобрений, содержащих фосфаты в усвояемой для растений форме.

Процесс основан на уменьшении растворимости нитрата кальция в АКВ с понижением температуры (кристаллизация), т. е. на фазовом переходе нитрата кальция из растворенного состояния в кристаллическую форму в виде кристаллов ТГНК ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$).

Процесс кристаллизации осуществляется последовательно в трех кристаллизаторах непрерывного действия, хладоагентами являются охлажденные рассолы с производства получения холода и выдачи аммиака, переработки и выдачи углекислого га-за (с индивидуальной для каждой ступени температурой).

Получение азотно-фосфорного раствора с выделением нитрата кальция

На данной стадии осуществляется процесс отделения кристаллического ТГНК (твердая фаза) от маточного раствора — АФР (жидкая фаза). Процесс основан на разделении суспензии на фильтрующей перегородке (фильтровальной сетке). Движущей силой процесса является перепад давления до 0,5 кгс/см², создаваемый работой вакуум-насосов.

Суспензия после стадии кристаллизации разделяется на барабанном вакуум-фильтре. Маточный раствор (АФР) направляется на стадию приготовления стандартного АФР. Кристаллы ТГНК с целью уменьшения потерь фосфора подвергаются распульповке охлажденной азотной кислотой и повторной фильтрации полученной суспензии. Фильтрат после нее направляется на вскрытие апатита, а кристаллы ТГНК подвергаются плавлению паром ($t_{пл} = +42,7 \text{ } ^\circ\text{C}$).

Далее нитрат кальция в виде водного раствора направляется на стадию его конверсии в карбонат кальция и нитрат аммония.

Газоочистка предназначена для очистки газов из реакторов разложения апатита от окислов азота, фтористых соединений, паров азотной и фосфорной кислот, для очистки от загрязняющих веществ газов, выделяющихся из технологического оборудования. В газоходах на входе в скрубберы установлено по четыре форсунки центробежного распыления, через которые производится циркуляция орошающего раствора. В качестве орошающей жидкости используется оборотная вода. Орошающий раствор возвращается в производство ААФР.

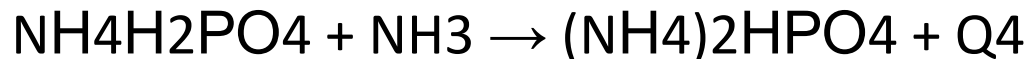
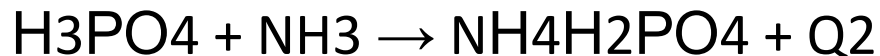
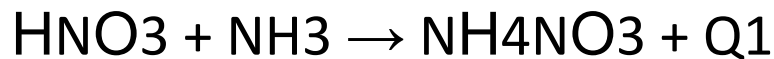
Аммонизация

Получение ААФР с различными соотношениями N/P₂O₅ в зависимости от марки удобрения. Приготовленный на предыдущей стадии стандартный АФР подвергается двух-ступенчатой аммонизации (нейтрализации аммиаком).

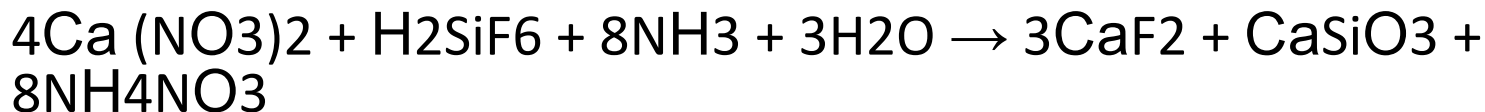
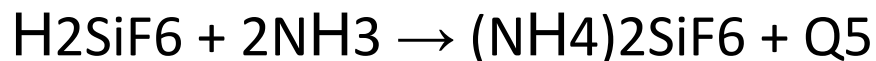
На первой стадии АФР аммонизируется газообразным аммиаком в скоростных трубах — аммонизаторах.

На второй стадии осуществляется коррекция pH ААФР путем подачи 15%-ной аммиачной воды. Кроме того, в ААФР вводится серная кислота с целью улучшения условий грануляции в производстве СМУ

Химические реакции, протекающие при аммонизации АФР, описываются следующими уравнениями:



Кремнефтористо-водородная кислота, содержащаяся в АФР, при нейтрализации аммиаком переходит в кремнефторид аммония или фторид кальция и силикат кальция:



Нитраты железа и алюминия при нейтрализации переходят в осадок в виде фосфатов:

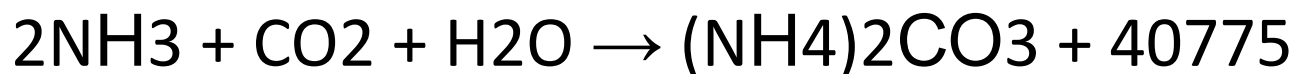


Абсорбция от узла аммонизации

Газо-воздушная смесь местных отсосов от технологических аппаратов поступает по общему коллектору в газоочистку. В кубовую часть скруббера подается НКСП и 58%-ная азотная кислота. Орошающий раствор возвращается в производство НК.

Получение карбоната аммония

Раствор карбоната аммония, применяемый для осуществления конверсии нитрата кальция, получается путем абсорбции газообразных аммиака и диоксида углерода водным раствором аммиачной селитры. Процесс протекает в абсорбционной колонне по реакции:



ккал/кг*моль

Получение пульпы нитратного мела

Переработка нитрата кальция (НК) осуществляется его конверсией в карбонат кальция и нитрат аммония путем обработки 33 % ÷ 39 % раствором карбоната аммония.

Процесс конверсии НК описывается следующим уравнением реакции:



Образующаяся в результате конверсии нитрата кальция пульпа мела в растворе аммиачной селитры из реакторов откачивается в производство получения карбоната кальция (мела) и конверсионных растворов аммиачной селитры.

Фильтрация мела и получение конверсионных растворов

Пульпа мела поступает на фильтровальные полотна ковшей карусельного вакуум-фильтра (КВФ), где происходит разделение жидкой и твердой фаз, а также промывка мела скрубберными растворами, поступающими из отделения газоочистки.

Газоочистка предназначена для очистки от аммиака газовоздушного потока, отводящегося от карусельных вакуум-фильтров и реакторов. Газовоздушный поток вентилятором протягивается через скруббер, орошаемый раствором азотной кислоты и выбрасывается в атмосферу через выхлопную трубу.

Сушка мела

Сушка и охлаждение карбоната кальция предназначены для получения товарного продукта из влажного кека, поступающего с узла фильтрации. Сушка производится в СБ при контакте кека с сушильным агентом (горячим теплоносителем), который образуется при сжигании природного газа. Отработанный теплоноситель, содержащий пыль карбоната кальция, отводится на узел газоочистки. Высушенный карбонат кальция охлаждается во вращающемся барабанном холодильнике, после чего карбонат кальция поступает в бункеры для последующей пневмотранспортировки в силосы хранилища. Узел газоочистки предназначен для очистки пылегазовоздушного потока от продуктов сгорания природного газа, окислов азота, аммиака, пыли карбоната кальция. Очистка осуществляется в две стадии. На первой стадии отработанный газ проходит через батарейные циклоны, где под действием центробежной силы большая часть содержащейся в отработанном газе пыли карбоната кальция по стенкам циклонов оседает в их нижнюю часть, а далее через бункер и шнековый питатель ссыпается в приемный бункер узла пневмотранспортировки мела. На второй стадии отработанный газ проходит через скрубберы. В основе очистки лежит метод мокрой очистки (абсорбции), при этом пыль карбоната кальция, окислы азота и аммиак поглощаются орошающим циркуляционным раствором (НКСР или оборотной водой) и в виде суспензии выводятся из скруббера. Избыток образующейся суспензии направляется на узел фильтрации мела.

Производство сложных минеральных NPK (NPKS)-удобрений включает следующие стадии:

- 1) Прием пульпы ААФР и нитратных солей.
- 2) Упаривание ААФР до остаточной влажности NP-пульпы 9 % ÷ 15 % в трехкорпусной выпарной батарее с доупаривателем.
- 3) Выгрузка и передача хлористого калия посредством поточно-транспортной системы конвейеров в производство или для промежуточного хранения в склад насыпью.
- 4) Смешивание упаренной NP-пульпы с хлоридом калия в реакторах смесителях с получением NPK (NPKS)-пульпы.

На узле смешивания предусмотрено выполнение следующих технологических операций:

- прием калийсодержащего сырья из склада в бункер;
- получение NPK-пульпы определенной влажности и с заданным соотношением основных компонентов (N, P, K) и подачи ее в аппараты БГС;
- прием раствора аммиачной селитры (РАС) из производства в емкость.

Передача хлористого калия или сульфата калия из склада в бункер осуществляется поточно-транспортной системой.

Для получения NPK-пульпы установка оборудована:

- бункером для приема и промежуточного хранения калийсодержащего сырья;
- виброситом для отсева калийсодержащего сырья;
- ленточным дозатором для дозированной подачи калийсодержащего сырья в реактор смешивания;
- реактором смешивания.

Из бункера калийсодержащее сырье подается на рассев и далее через ленточный дозатор и вибросито поступает в реактор. Для обеспечения равномерной подачи хлорида (сульфата) калия в реактор-смеситель бункер оборудован пневмовибратором и колотушкой.

На бункере дополнительно установлен электровибратор.

Упаренная NP-пульпа подается в реактор.

При производстве азофоски в реактор подается также PAC.

Прием PAC в емкость ведется из производства аммиачной селитры. Трубопровод приема PAC для исключения в нем кристаллизации снабжен пароспутниками обогрева, в которые подается пар с давлением 8 кгс/см² и температурой +200 °С.

В реакторе упаренная NP-пульпа (при выпуске азофоски — упаренная пульпа и PAC) смешиваются работающей мешалкой с определенным количеством хлорида калия, также подаваемым в указанный реактор. NPK-пульпа из реактора насосом подается в аппарат БГС для получения гранул NPK-удобрений.

Газовая фаза из реакторов направляется в газоочистку.

При выпуске азофоски 27:6:6:2 в целях безопасности процесса для создания инертной подушки в емкости приема PAC в реакторы смешения с узла редуцирования подается азот.

5) Упаривание балластных хлоридсодержащих растворов в автономной одно-корпусной выпарной установке с подогревателем и утилизация полученной пульпы в реакторах-смесителях при получении NPK (NPKS)-пульпы.

6) Грануляция и сушка полученной массы гранул удобрений в БГС. Сушка гранул удобрений осуществляется горячими топочными газами, смешанными с воздухом для получения теплоносителя заданной температуры.

7) Выделение готового продукта из полученной массы гранул методом классификации, охлаждения его в аппарате КС низкого кипящего слоя, обработка антислеживающей добавкой.

8) Транспортировка готового продукта поточно-транспортной системой транспортеров и элеваторов для хранения на склад насыпью или для расфасовки и отправки потребителю.

Установлено несколько систем абсорбции для очистки газов, выделяющихся от технологического оборудования.

Система газоочистки после аппарата БГС (стадия грануляции-сушки) включает в себя аппарат ВЗП, скруббер, насос, дымосос. Пылегазовоздушная смесь из аппарата БГС дымососом протягивается через циклон ВЗП, скруббер, орошаемый подкисленным конденсатом сокового пара (КСП), и выбрасывается в атмосферу через выхлопную трубу высотой 180 м. Аппарат ВЗП работает по принципу двух встречных закрученных потоков. При вращательном движении газовых потоков внутри аппарата происходит взаимное гашение скоростей потоков, и взвешенные частицы осаждаются в коническую часть аппарата ВЗП. Из конической части уловленная пыль передается по течке в элеватор. Частично обеспыленный газоздушный поток поступает в скруббер для очистки от соединений аммиака, окислов азота и оставшейся пыли. Газоздушный поток и раствор орошения (КСП) подаются в скруббер противотоком, при этом оставшаяся пыль и вредные соединения из газовой фазы переходят в раствор орошения. Процесс абсорбции происходит в псевдооживленном слое. Орошение скруббера осуществляется КСП, подаваемым через форсунки в верхнюю часть скруббера.

Циркуляция орошающего раствора осуществляется насосом. В верхней части скруббера встроен брызгоуловитель, служащий для отделения капель раствора, уносимых с воздушным потоком. Уловленный в брызгоуловителе раствор по внешнему трубопроводу самотеком сливается в нижнюю часть скруббера, а очищенный воздушный поток выбрасывается в атмосферу. Отработанный раствор из скруббера сливается в сборник скрубберных растворов.

Абсорбция с узла выпаривания

Газоочистная система предназначена для очистки газов от аммиака и оксидов азота, поступающих от вакуум-насосов и емкостного оборудования, поверхностного конденсатора. Очищаемые газы протягиваются вентилятором через конический скруббер. Из скруббера очищенные от аммиака и оксидов азота газы поступают в каплеуловитель, в котором происходит отделение капель раствора орошения, унесенного потоком газа из скруббера. Жидкость по линии слива возвращается в кубовую часть скруббера, из каплеуловителя — в реактор. Очищенные газы вентилятором направляются через выхлопную трубу в атмосферу. Скруббер орошается раствором азотной кислоты (раствор орошения). Раствор орошения подается циркуляционным насосом в верхнюю часть скруббера. Газовая смесь и раствор орошения движутся в скруббере противотоком.

В процессе абсорбции из газовой смеси раствором орошения абсорбируются аммиак и оксиды азота. Для поддержания $\text{pH} = 1\div 5$ раствора орошения в скруббер из реактора установки сорбционной очистки КСП подается 10–12%-ный раствор азотной кислоты. Отработанный раствор орошения из кубовой части скруббера поступает реакторы-нейтрализаторы установки сорбционной очистки КСП.

Сбор НКСП

НКСП из отделений выпаривания поступает в сборники НКСП через теплообменники, где охлаждается оборотной водой до температуры не более $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Очистка НКСП

Технологический процесс очистки НКСП основан на его обессоливании методом непрерывного ионного обмена в импульсных противоточных колоннах (ИПК) напорного типа с подвижным слоем сорбента и состоит из следующих основных стадий:

- сорбция катионов;
- сорбция анионов;
- десорбция катионов;
- десорбция анионов;
- промывка катионита;
- промывка анионита.

Отработанные регенерационные растворы сливаются в реактор-нейтрализатор, откуда передаются на узел аммонизации АФР или в реактор смывов отделения выпаривания.

Абсорбция с узла очистки НКСП

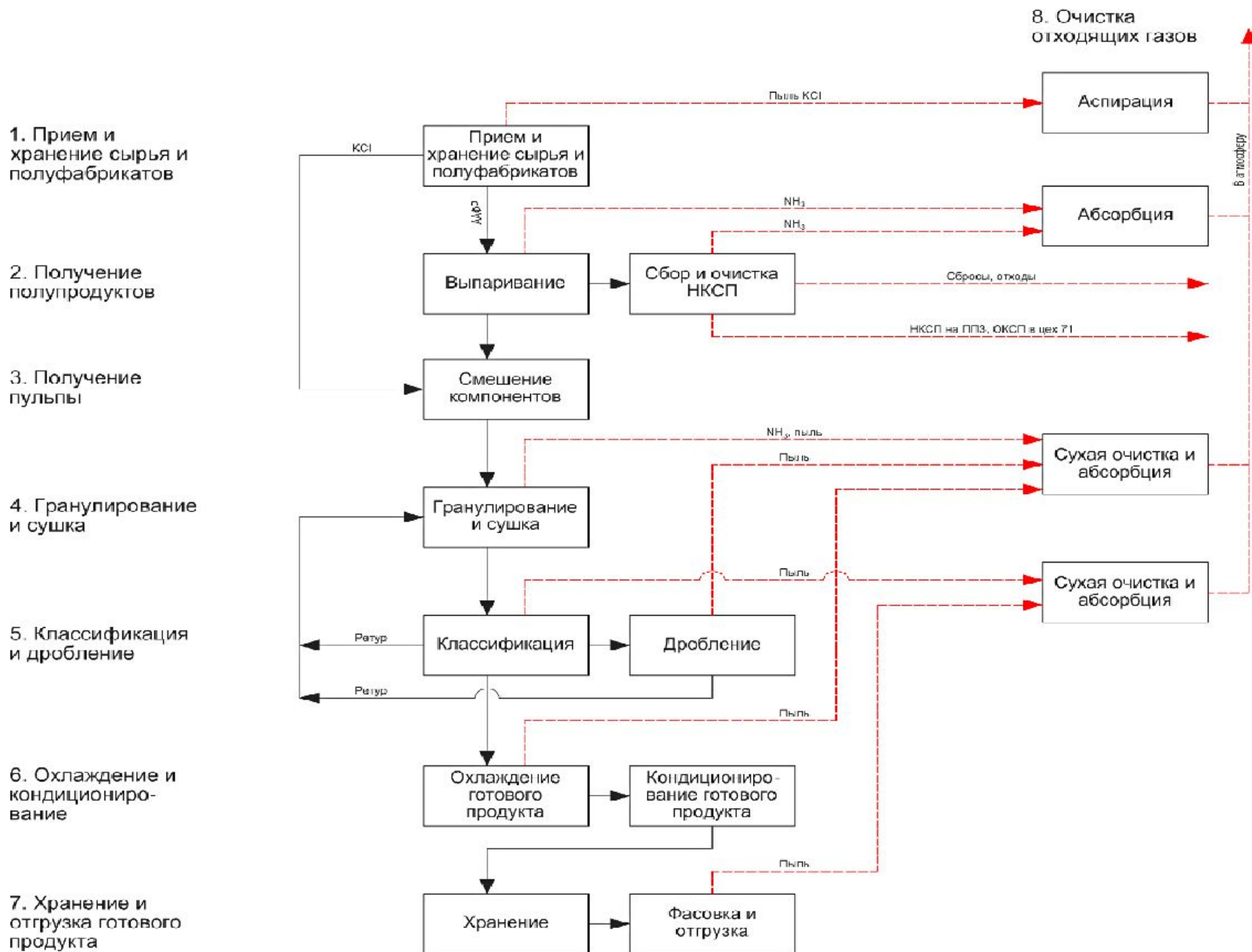
Система газоочистки предназначена для очистки газов, поступающих от оборудования узла очистки НКСП и местных отсосов с оборудования отделения выпаривания от аммиака, оксидов азота. Газовоздушная смесь от оборудования дымососом протягивается через скруббер, орошаемый 10 % ÷ 12 %-ной азотной кислотой, поступает в каплеуловитель и выбрасывается в атмосферу. Жидкость из каплеуловителя самотеком возвращается в кубовую часть скруббера. В скруббере установлена пенная провальная решетка и стабилизатор пены сотового типа. Орошающий раствор из кубовой части скруббера подается насосом через форсунку в верхнюю часть скруббера для орошения решетки. Отработанный раствор орошения из кубовой части скруббера по переливу самотеком поступает в реакторы-нейтрализаторы.

ОКСП (очищенный конденсат сокового пара) передается в производство химочищенной воды.

Газоочистная установка системы аспирации. Газоочистная установка производит очистку газов от пыли, отсасываемых от следующего оборудования: классификатор, элеватор, конвейеры, дробилка, бункер приема сырья. Система газоочистки включает в себя скруббер, насос, дымосос. Пылевоздушная смесь от местных отсосов указанного оборудования протягивается дымососом через насадку скруббера, орошаемую подкисленным КСП и выбрасывается в атмосферу через выхлопную трубу. Пылевоздушная смесь и раствор орошения (КСП) подаются в скруббер противотоком, при этом пыль продукта из пылевоздушного потока улавливается раствором орошения. Орошение скруббера осуществляется КСП, подаваемым через форсунки в верхнюю часть скруббера. Циркуляция орошающего раствора осуществляется насосом. В верхней части скруббера встроен брызгоуловитель, служащий для отделения капель раствора, уносимых с воздушным потоком. Уловленный в брызгоуловителе раствор по внешнему трубопроводу самотеком сливается в нижнюю часть скруббера, а очищенная воздушная смесь выбрасывается в атмосферу через выхлопную трубу.

Газоочистная установка после холодильника КС. Система газоочистки пред-назначена для улавливания пыли и включает в себя скруббер, насос, дымосос. Пылевоздушная смесь из аппаратов КС дымососом протягивается через насадку противоточного скруббера, орошаемую подкисленным КСП, и выбрасывается в атмосферу через выхлопную трубу. Орошение скруббера осуществляется конденсатом сокового пара (КСП), подаваемым через форсунки в верхнюю часть скруббера. Циркуляция орошающего раствора осуществляется насосом. В верхней части скруббера встроен брызгоуловитель, служащий для отделения капель раствора, уносимых с воздушным потоком. Уловленный в брызгоуловителе раствор по внешнему трубопроводу самотеком сливается в нижнюю часть скруббера, а очищенная воздушная смесь выбрасывается в атмосферу через выхлопную трубу.

Схема получения НКВ удобрений при работе на вращающ...



На основе данной схемы может быть также получен широкий ассортимент удобрений: NP/NPK/NS-удобрения различных марок, нитрат кальция, кальцийазотосульфат, известково-аммиачная селитра и др.

6.1.2.1.1 Производство кальцийазотосульфата

Производство кальцийазотосульфата включает следующие стадии:

- производство пульпы кальцийазотосульфата;
- упаривание пульпы кальцийазотосульфата;
- смешение пульпы с карбонатом кальция;
- грануляция и сушка в БГС и далее по принятой схеме (описано выше)

Производство NS-пульпы для кальцийазотосульфата основано на переработке нитрата кальция, нитратных (минеральных) солей, раствора сульфата аммония, получаемого из серной кислоты и аммиачной воды и смешении с 90%-ным раствором аммиачной селитры.

Технология получения включает следующие основные стадии:

- получение раствора сульфата аммония;
- смешение растворов сульфата аммония, нитрата кальция и аммиачной селитры для получения NS-пульпы с заданным соотношением N:S и Ca:S;
- выпаривание пульпы кальцийазотосульфата.

Процесс выпаривания пульпы осуществляется в каскаде из четырех выпарных аппаратов до остаточной влажности 9 % ÷ 15 %. Обогрев греющих камер 1-го выпарно-го аппарата и доупаривателя производится водяным паром с температурой 190 °С — 200 °С.

Упаренная NS-пульпа из доупаривателя передается на узел смешивания само-теком или насосом.

Выпаривание скрубберных и промывных растворов

При производстве CaNS скрубберные и промывные растворы поступают в реактор смывов. Смывы из реактора насосом передаются в реактор приема пульпы, где смешиваются с исходной пульпой и далее подаются на выпарные установки.

Для получения кальцийазотосульфата карбонат кальция или смесь карбоната кальция с мелкой фракцией удобрений поступает в реактор. Для обеспечения равномерной подачи карбоната кальция на дозатор бункер оборудован пневмовибратором и колотушкой. Ленточный конвейер и ленточный дозатор оборудованы местными отсо-сами, которые заведены в систему газоочистки.

Упаренная пульпа CaNS подается в реактор, где смешивается с определенным количеством карбоната кальция или смеси карбоната кальция с мелкой фракцией удобрений.

Пульпа из реактора насосом подается в аппарат БГС по одному из двух трубо-проводов (один — рабочий, второй — резервный).

Пылегазовая фаза из реакторов направляется в газоочистку.

После БГС продукт направляется на классификацию, охлаждение его в аппарате КС низкого кипящего слоя и обработку антислеживающей добавкой по принятой схеме.

6.1.2.1.2 Производство нитрата кальция

Производство основано на разложении (репульпации) карбоната кальция (мела) азотной кислотой в каскаде реакторов с дальнейшим отделением нерастворимых со-единений от водного нитрата кальция на пресс-фильтре. Возможна технология переработки нитрата кальция непосредственно с узла фильтрации производства фосфорной кислоты и нитратных солей.

Очищенный раствор нитрата кальция направляется на гранулирование в аппарат КС, в котором распыленный раствор нитрата кальция обезвоживается и кристаллизуется.

Увеличение размера гранул нитрата кальция происходит за счет напыления последующих слоев нитрата кальция на витающие в КС мелкие кристаллы нитрата кальция. При достижении критической массы гранулы нитрата кальция под действием силы тяжести выгружаются из гранулятора в переточный охладитель.

В переточном охладителе гранулы охлаждаются до заданной температуры и далее направляются на классификацию, упаковку и отгрузку потребителю.

6.1.2.1.3 Производство азотосульфата

Производство NS-пульпы для азотосульфата основано на приготовлении раствора сульфата аммония, получаемого путем смешения серной кислоты и аммиачной воды, приготовлении добавки — раствора сульфата алюминия, получаемой путем растворения сухого сульфата алюминия в НКСП и смешения с 90%-ным раствором аммиачной селитры.

Технология получения включает в себя следующие основные стадии:

- получение раствора сульфата аммония;
- получение раствора сульфата алюминия;
- - смешение растворов сульфата аммония, сульфата алюминия и аммиачной селитры для получения NS-пульпы с заданным соотношением N:S;
- - упаривание пульпы в выпарных установках;
- - грануляция пульпы NS = 30:7 и сушка гранул удобрений в БГС;
- - транспортировка готового продукта NS = 30:7 на склад (хранение навалом) или на фасовку и отправку потребителю (после обработки антислеживателем до и после склада). Удобрения NS = 30:7 «вылеживаются» на складе в течение суток с ворошением продукта.

Для получения СМУ улучшенного грансостава предусмотрена контрольная классификация продукта перед отправкой потребителю.

Получение товарной фракции азотсульфата происходит по аналогии с получением кальцийазотосульфата и включает упаривание пульпы, грануляцию и сушку в аппарате БГС, классификацию, охлаждение и кондиционирование готового продукта.