Реферат

Курсовой проект состоит из графической части (схема производства HNO3 под давлением 0,35 МПа; общий вид абсорбционной колонны) и пояснительной записки: страниц, рисунок, источника.

Цель работы: исследовать производство азотной кислоты.

В общей части рассмотрены свойства азотной кислоты, сферы применения азотной кислоты в народном хозяйстве, а также существующие методы производства и направления усовершенствования агрегатов по получению азотной кислоты.

В специальной части пояснительной записки рассмотрены физикохимические основы производства HNO3, разработана технологическая схема производства азотной кислоты с комбинированным давлением, дано описание основного оборудования установки мощностью 55 т/сут.

В расчетной части выполнено определение основных размеров абсорбционной колонны.

В курсовом проекте также рассмотрены основные технико-экономические показатели агрегата;

Приведены основные требования по техникебезопасности и охране труда для азотокислого производства.

Содержание

# Введение …………………………………………………………………

1. Общая часть
   1. Роль азотной кислоты в промышленности и

сельском хозяйстве ………………………………………………..

* 1. Методы производства. Направления

усовершенствования установок ………………………………….

1. Специальная часть
   1. Физико-химические основы производства

азотной кислоты …………………………………………………..

* 1. Технология и оборудование установки ……………………
  2. Определение основных размеров абсорбционной

колонны …………………………………………………………...

1. Технико-экономическое обоснование проекта …………………..
2. Охрана труда ……………………………………………………….

Вывод …………………………………………………………………..

Литература ……………………………………………………………..

Введение

Химическая промышленность в настоящее время имеет высоко-производительные, полностью механизированные и автоматизированные производства. Современное химическое предприятие – это сложный комплекс машин и оборудования, в который входит: аппараты и машины химического производства, предназначенные для химических и физико-химических процессов; емкостное оборудование для хранения жидкостей и газов; машины для транспортирования твердых материалов, расфасовки и затаривания сыпучих продуктов; КИП и автоматика; электрооборудование.

Хотя все эти виды оборудования имеют важное значение, основными из них считаются химические аппараты и машины.

Конструкция аппаратов и машин химического производства определяется их технологическим назначением, агрегатным состоянием реагирующих веществ и способом проведения процесса (периодическим или непрерывным).

В технологических аппаратах возможны следующие фазовые системы: газ+газ, жидкость+газ, жидкость+жидкость, жидкость+твердое вещество, газ+твердое вещество, твердое вещество+твердое вещество.

Периодический или непрерывный способ проведения процесса существенно влияет на конструкцию аппарата, так как определяет конфигурацию. Способ загрузки и разгрузки компонентов и другие конструктивные особенности.

В данном курсовом проекте рассмотрена технология оборудования для производства HNO3 в установке с комбинированным давлением мощностью 55 т/сут.

1. Общая часть
   1. Сферы применения азотной кислоты. Методы производства азотной кислоты. Направления усовершенствования установок

Азотная кислота по объему производства занимает среди других кислот второе место после серной кислоты.

Основное количество товарной азотной кислоты расходуется в производстве азотнокислых солей (нитратов) и сложных минеральных удобрений. Необходимо отметить, что нитратный азот хорошо усваивается растениями и дает большой эффект при использовании в сельском хозяйстве. Значительное количество азотной кислоты поступает на производство технических нитратов. Азотная кислота и жидкая четырехокись азота используется как окислители в ракетной технике.

Концентрированная азотная кислота применяется впроизводстве взрывчатых веществ – тротила C6H2CH3(NO2)3, мелинита C6H2OH(NO2), гексогена (CH2NNO2), ксилила C6H(CH3)2(NO2)3, тетрила C6H2(NO2)3NNO2CH3 и тэна C(CH2ONO2)4; нитроглицерина C3H5(ONO2)3 и др.

В качестве взрывчатых веществ находят также значительное применения аммониты – смеси аммиачной селитры с нитропроизводными ароматических соединений.

Значительное количество концентрированной азотной кислоты применяются для получения нитропроизводных бензола, нафталина, антрацена и других соединений ароматического ряда.

* 1. Методы производства. Направления усовершенствования установок

Производство азотной кислоты в послевоенные развивалось быстрыми темпами параллельно с ростом производства минеральных удобрений, содержащих азот.

Возникла необходимость укрупнения единичных мощностей агрегатов производства азотной кислоты с одновременным повышением концентрации продукта и с уменьшением вредных выбросов в атмосферу. Взамен агрегатов, работающих по комбинированной схеме, мощностью 45-50 тыс.т./год. (давление на стадиях конверсии аммиака и абсорбции оксидов азота соответственно 0,098 и 0,343 МПа), которые были созданы в 50-е годы для получения 45-48%-ной азотной кислоты, в 60-е годы в Государственном научно-исследовательском и проектном институте азотной промышленности и продуктов органического синтеза (ГИАП) были разработаны и внедрены агрегаты с единичной мощностью 120 тыс.т./год, работающие под единым давлением 0,716 МПа и снабженные пусковым электродвигателем. В основу этих агрегатов положена энерготехнологическая схема, в которой использовалась энергия химических реакций превращения аммиака в азотную кислоту. В технологическую схему была включена высокотемпературная каталитическая очистка выхлопных газов от оксидов азота с использованием природного газа в качестве восстановителя и в сочетании с газовой турбиной для рекуперации энергии. Подобная система позволила снизить содержание оксидов азота в выхлопных газах до 0,002-0,005% (по сравнению с 0,1-0,3% в комбинированной схеме).

Последующим шагом я вилась разработка и внедрение ГИАПом в 70-е годы более мощных (360-380 тыс.т/год) агрегатов АК-72 производства азотной кислоты по комбинированной энерготехналогической схеме (давление на стадиях конверсии и абсорбции соответственно 0,392 и 1,079 МПа) с той же системой каталитической очистки, что и в агрегатах мощностью 120 тыс.т/год. При расходе природного газа около 80 м3/т продукционной кислоты эти агрегаты, оснащенные пусковой паровой турбиной выдают в заводскую сеть до 75т/ч пара и позволяют получать 58-60%-ную азотную кислоту с содержанием в выхлопных газах не более 0,005 % оксидов азота.

Параллельно и независимо французской фирмой Сосьете Шимик де ла Гранд Паруасс был создан ряд установок производства азотной кислоты (60%-ной) по комбинированной схеме с давлением 0,4-0,5 МПа на стадии окисления и 1,1-1,3 МПа – на стадии абсорбции, такой же мощности, что и агрегат АК-72. Эти установки характеризуются отсутствием потребления природног газа и замкнутым энергетическим балансом, работают без специальной каталитической очистки и запускаются паром из заводской сети.

Наконец, объединив свои знания и опыт, ГИАП и фирма Гранд Паруасс совместно разработали агрегат производства азотной кислоты по комбинированной схеме ГИАП-ГП мощностью 360 тыс.т/год и выше без потребления природного газа с возможностью глубокой низкотемпературной каталитической очистки выхлопных газов и замкнутым энергетическим балансом.

В результате обширных исследований удалось значительно усовершенствовать процесс производства азотной кислоты. К большим достижениям в этой области следует отнести применение искусственного охлаждения в абсорбционном отделении, использование воздуха, обогащенного кислородом, позволившее повысить скорость всех процессов производства HNO3. Разработан также метод получения азотной кислоты повышенной концентрации непосредственно из окислов азота.

Необходимо отметить, что прямое связывание атмосферного азота в виде окиси азота остается важной проблемой. Перспективной является высокотемпературная фиксация атмосферного азота в плазменных условиях.

Также рациональное инженерное решение проблемы превращения электрической энергии в химическую может возродить (на новой основе) прямой метод получения азотной кислоты из воздуха.

1. Специальная часть

2.1 Физико-химические основы производства азотной кислоты

В настоящее время единственным промышленным способом получения азотной кислоты является каталитическое окисление аммиака кислородом воздуха с последующим поглощением полученных оксидов азота водой.

Стадия конверсии аммиака во многом определяет показатели всего производства азотной кислоты. Именно от условий и качества ее проведения зависят расходные коэффициенты по аммиаку, вложения и потери платиноидов и, в определенной степени, энергетические возможности схемы.

Каталитическое окисление аммиака является очень сложным процессом и может с одинаковой степенью вероятности протекать как до целевого продукта оксида азота II, так и до молекулярного азота и оксида азота I.

При взаимодействии аммиака с кислородом образуются в зависимости от условий различные продукты окисления, что может быть представлено следующими уравнениями:

4NH3+5O2=4NO+6H2O+904,0 кДж

4NH3+4O2=2N2O+6H2O+1104,4 кДж

4NH3+3O2=2N2+6H2O+1268,8 кДж

Кроме основных реакций, в зависимости от условий окисления аммиака могут протекать несколько последовательных и параллельно-последовательных реакций. Все они приводят к образованию молекулярного азота.

Так, образовавшийся оксид азота (II) может разлагаться по реакции:

2NO=N2+O2+180,6 кДж

или взаимодействовать с аммиаком:

4NH3+6NO=5N2+6H2O+1810,5 кДж

Аммиак, поступающий с амиачно-воздушной смесью (АВС), может разлагаться до молекулярных азота и водорода, причем последний затем сгорает с образованием паров воды:

2NH3=N2+3H2-91,6 кДж

Таким образом, для проведения процесса окисления аммиака с целью получения оксида азота (II) нужен не только активный, но и весьма селективный катализатор.

Известно много веществ, при участии которых аммиак окисляется с высокими выходами оксида азота (II). К ним относится платина, а также ее сплавы с другими металлами платиновой группы (платиновые катализаторы) и оксиды ряда металлов – железа, марганца, кобальта и др. (не платиновые катализаторы). В промышленности применяются как платиновые так и не платиновые катализаторы.

Платиновые катализаторы. Преимущественно сплавы платины с родием (5-10% родия), применяются в виде сеток из тонких нитей (нити имеют диаметр от 0,06 до 0,09 мм, число плетений на 1 см2 равняется 32·32=1024). При талой форме катализатора достигается более высокие выходы, чем, например, на платиновом катализаторе в мелкодисперсном состоянии.

Выход оксида азота (II) возрастает с увеличением до определённого предела числа последовательно установленных сеток. При окислении аммиака под атмосферным давлением необходим пакет из 3-4 сеток, при окислении под повышенным давлением – из 16-20 сеток.

Пакеты образуются из свободного наложенных друг на друга сеток. На выход оксида азота (II) не оказывает влияние наличие промежутков между сетками, превышающих диаметр нитей в десятки раз.

Максимальный выход, достигаемый на током катализаторе при наиболее благоприятных прочих условиях, равняется 98-99%. Остальной аммиак окисляется до азота. Полностью исключить реакции, в результате которых образуется элементарный азот, до сих пор не удалось.

Платиновые катализаторы чувствительны к действию ряда примесей, которые могут содержаться в аммиаке и воздухе. Воздух на химических заводах часто бывает загрязнен сернистыми соединениями, фосфористым водородом, содержит много пыли. Фосдюристый водород отравляет катализатор необратимо при очень малом содержании его в газовой смеси (порядка 0,00001%), сероводород – менее сильный яд обратимого действия. Синтетический аммиак иногда содержит взвешенные частицы катализаторной пыли, увеличенной газом из колонн синтеза аммиака. Указанный выше максимальный выход оксида азота (II) получается только при условии работы на чистых аммиаке и воздухе. Это достигается применением синтетического аммиака и забором из атмосферы чистого воздуха, а также надлежащей очисткой газовой смеси и изготовлением всей коммуникации и аппаратуры до контактного аппарата не из стали, а из алюминия.

В процессе работы катализатор физически изменяется. На новых сетках окисление аммиака происходит с пониженным выходом окиси азота, но уже через 10-20 час. они начинают работать нормально. Это объясняется происходящим развитием поверхности катализатора, причем диаметр платиновых нитей вследствие образования на них наростов увеличивается на 10-20%.

С течением времени поверхность катализатора становится разрыхленной, механическая прочность его постепенно уменьшается и мельчайшие частицы сплава уносятся током газовой смеси. Степень уноса зависит от температуры и давления, а также с удлинением срока работы катализатора потери платиновых металлов увеличиваются, и притом с нарастающей скоростью. Под давлением 0,716 МПа и при температуре около 900оС они составляют до 0,3-0,4г на 1т HNO3. Эти данные относятся к платино-родиевому сплаву, более прочному, чем чистая платина. Уносимая газом платина частично улавливается, но часть ее все же безвозвратно теряется, уходя с выхлопными газами в атмосферу и с производимой азотной кислотой.

Не платиновые катализаторы дают более низкие выходы оксида (II), работают менее устойчиво, теряют довольно быстро свою активность.

Поэтому, несмотря на высокую стоимость и неизбежные потери платины, в промышленности применяются преимущественно платиновые катализаторы.

Для окисления аммиака его в большинстве случаев смешивают с воздухом, к которому иногда добавляют кислород. Вместо воздуха применяют также кислород и смеси кислорода с водяным паром. Решающее влияние на скорость процесса и выход оксида азота (II) во всех случаях оказывает отношение концентраций реагирующих веществ в исходной смеси.

Скорость реакций, ведущих к образованию оксида азота (II), и его выход, растут с увеличением отношения концентрации кислорода и аммиака и достигают наибольшего значения при отношении, близком к 1,8-2. Дальнейшее увеличение избытка кислорода не влияет на выход оксида азота (II), который не увеличивается и при применении кислорода вместо воздуха. Он меняется лишь незначительно и при замене азота воздуха водяным паром или оксидом азота (II). Поэтому в производственных условиях составляют аммиачновоздушные смеси с содержанием 10-11% объемн. HNO3, что соответствует отношению молярных концентраций кислорода и аммиака от 1,9 до1,7. При повышении содержания аммиака необходимо к воздуху добавить соответствующее количество кислорода.

Повышая содержание аммиака в реакционной смеси, необходимо учитывать также способность смесей, содержащих аммиак и кислород, воспламеняться со взрывом при определенных условиях. От состава смеси зависит производительность азотнокислотной установки, т.к. с увеличением содержания аммиака в исходной смеси производительность контактного аппарата при одинаковых прочих условиях возрастает. Обычно в исходной смеси поддерживают возможно более высокое содержание аммиака при минимальном допустимом избытке кислорода.

Окисление аммиака на чистой платине начинается при 145оС, а при 300оС уже наблюдается заметное образование NO. При низших температурах окисление аммиака протекает с получением элементарного азота, N2O и малого количества NO. Дальнейшее повышение температуры способствует увеличению выхода NO и одновременно приводит к возрастанию скорости реакции. В интервале от 700 до 1000оС выход оксида азота (II) может составлять 95-98%.

Оптимальный температурный режим окисления аммиака при атмосферном давлении с учетом потерь катализатора лежит в интервале 800-840оС, а в системах, работающих под давлением 0,7-0,9 МПа, в пределах 880-930оС позволяет увеличить скорость реакции примерно в 3 раза.

Если для достижения высоких выходов оксида азота (II) окисление аммиака желательно вести при повышенных температурах, то для уменьшения возрастающих при этом потерь дорогостоящего катализатора – платины необходимо ограничить верхний температурный предел процесса. Так, для установок, работающих при атмосферном давлении, оптимальная температура составляет 800-840оС, а для установок, работающих под давлением 0,7-0,9 МПа, в пределах 880-930оС.

При работе с предварительно подогретой аммиачно-воздушной смесью значительно ускоряется разогревание катализаторных сеток. Платинородиевые сетки разогреваются труднее платиновых. Для ускорения разогрева вновь устанавливаемого комплекта катализатора в качестве первой сетки берут уже проработавшую какой-то срок сетку активированного катализатора.

При повышении давления от атмосферного до 1 МПа максимальный выход NO не меняется, достигая при благоприятных условиях одного и того же уровня – примерно 98%. Необходимые для достижения этого выхода температура и время контактирования зависят от давления. При более высоком давлении требуется более высокая температура и несколько больше время контактирования. Так как объем газа обратно пропорционален давлению, а время контактирования с повышением давления увеличивается незначительно, то производительность катализатора с повышением давления растет. Однако с повышением давления быстро растут потери платинового катализатора.

Второй стадией процесса получения HNO3 является окисление NO в NO2. Оксид азота (II), полученный при каталитическом окислении NH3 мало реакционноспособное соединение, не реагирующее с водой, поэтому для получения азотной кислоты оно должно быть окислено до оксидов высших валентностей.

При окислении NO кислородом образуется диоксид азота NO2

2NO+O2=2NO2+124 кДж.

который может полимеризоваться до N2O4 и взаимодействовать с NO с образованием оксида азота (III):

2NO2=N2O4+56,9 кДж;

NO+NO2=N2O3+40,1 кДж.

Равновесие этих реакций при низких температурах смещено вправо, поэтому в нитрозном газе в условиях избытка кислорода и при достаточном времени контактирования все оксиды азота после охлаждения могут быть превращены в тетроксид азота (N2O4). В реальных условиях непрерывно протекающих процессов окисления и кислотообразования равновесие не достигается, поэтому в газах присутствуют все указанные оксиды азота – NO, NO2, N2O3, N2O4. Соотношение между их количествами определяется в основном температурными условиями.

С понижением температуры равновесия реакции окисления NO в NO2 сдвигается в сторону образования диоксида азота. Повышение давления сдвигает равновесие в сторону образования NO2. Особенностью реакции является то, что скорость её имеет отрицательный температурный градиент она увеличивается с понижением температуры. Объяснение этому противоречащему обычным закономерностям явлению находят в двухстадийности процесса:

NO+O2=NO3

NO3+NO=2NO2

Первая стадия протекает быстро, с повышением температуры скорость ее увеличивается, но равновесие смещается влево. Вторая стадия – медленная. Она и определяет скорость суммарного процесса. Поскольку при понижении температуры будет возрастать количество NO3, это приводит к увеличению скорости второй стадии и реакции в целом. Такой механизм позволяет объяснить отрицательный температурный градиент скорости реакции.

Для ускорения реакции окисления NO необходимо применять пониженные температуры, высокие давления и по возможности создавать высокие концентрации NO и кислорода в газе.

Азотная кислота термодинамически устойчива при температурах ниже 250оС. Поэтому при охлаждении нитрозных газов ниже этой температуры одновременно с окислением оксида азота (II) начинают протекать процессы кислотообразования. В газовой фазе при высоких степенях окисления оксида азота (II) происходит взаимодействие NO2 с водяным паром, однако, количество образовавшихся паров азотной кислоты невелико. Азотистая кислота также образуется в газовой фазе, однако и её концентрация даже при 50%-ной степени окисления оксида азота в нитрозных газах невелико.

Процессы образования азотной кислоты в промышленной практике протекают как при поглощении оксидов азота водой, так и в условиях конденсации паров реакционной воды из нитрозных газов при охлаждении.

Присутствующие в нитрозных газах контактного окисления аммиака ди-, три- и тетроксидн азота (NO2, N2O3, N2O4) способен взаимодействовать с водой:

N2O3+H2O2HNO2+55,6 кДж;

N2O4+H2OHNO2+59,2 кДж;

Азотистая кислота – неустойчивое соединение и в растворах азотной кислоты разлагается

4HNO2→N2O4+2NO+2H2O

Суммарный процесс разложения с учетом протекания обратимых реакций можно написать в виде

3HNO2=HNO3+2NO+H2O-75,8 кДж

В общем виде процесс образования 55-60%-ной HNO3, протекающий при поглощении оксидов азотов из нитрозных газов, полученных конверсией NH3 воздухом описывается реакциями:

3NO2+H2O=2HNO3+NO+136,2 кДж;

3N2O4+2H2O=4HNO3+2NO+101,8 кДж;

3N2O3+H2O=2HNO3+4NO+15,2 кДж;

Полностью поглотить водой оксиды азота невозможно как бы ни было велико число циклов абсорбции. Поэтому на стадии переработки оксидов азота в HNO3 ограничиваются определенной степенью их абсорбции.

На установках, работающих под повышенным давлением, степень абсорбции составляет 0,98-0,995. Оставшиеся в газах оксиды азота в данных установках удаляют в атмосферу, предварительно подвергая их каталитической очистке.

При понижении температуры на 10оС скорость реакции поглощения NO2 возрастает в 1,5 раза, а скорость окисления NO увеличивается в 1,5 раза. При этом увеличивается растворимость NO2 в кислоте, и растворенная часть NO2 не реагирует с водой. Чем выше концентрация HNO3, тем больше растворимость в ней NO2. Оптимальная температура процесса переработки нитрозных газов в HNO3 – 20-35оС. Для охлаждения применяют свежую или оборотную воду.

На стадии переработки нитрозных газов важно по возможности больше окислить нитрозные газы, что способствует получению более концентрированной HNO3 в течении более короткого времени.

В заводских условиях из нитрозных газов, содержащих 8-9% оксидов азота, получают под атмосферным давлением 47-50%-ную HNO3. На установках под повышенным давлением достигается большая степень окисленности нитрозных газов и получается 58-60%-ная HNO3.

Повышенное давление приводит к сильному увеличению скорости поглощения NO2 и сравнительно небольшому повышению концентрации кислоты.

В то же время с повышением давления возрастает степень полимеризации NO2 в N2O4 и увеличивается растворимость NO2 в HNO3. Поэтому кислоту, получаемую на установках под повышенным давлением продувают воздухом, чтобы удалить из нее растворенную NO2. При повышении давления и одновременном охлаждении кислоты ниже 0оС N2O4 будет конденсироваться и переходить в жидкую фазу.

При высоких температурах оксиды азота восстанавливаются до молекулярного азота. До поступления на катализатор выхлопной газ, содержащий оксиды азота, должен быть подогрет до температуры начала гетерогенной реакции и в него входят газ-восстановитель. Подогрев газа, либо прямым сжиганием горючих газов. Температура подогрева определяется в основном характером газа-восстановителя, составом катализатора и в промышленных схемах изменяется в пределах от 250 до 550оС.

В случае применения природного газа в качестве восстановителя горения протекает по реакции:

CH4+2O2=CO2+2H2O+804,58 кДж

При неполном сгорании метана могут образоваться водород и оксид углерода:

CH4+0,5O2=CO+2H2+35,13 кДж

Все три восстановителя реагируют на катализаторе с оксидами азота, восстанавливая их до азота. Причем на первой стадии восстановления из диоксида азота (NO2) образуется оксид азота (NO), а затем N2:

NO2+2H2=NO+H2O;

2NO2+2H2=N2+2H2O.

Аналогично реагирует NO2 и метан:

4NO2+CH4=4NO+CO2+2H2O;

4NO+CH4=2N2+CO2+2H2O+1160 кДж.

таким образом, конечными продуктами очистки являются нетоксичные вещества – азот, водяной пар, диоксид углерода. Отношение [CH4]:[O2] обычно поддерживают на уровне 0,55-0,56

В качестве катализатора высокотемпературного восстановления используют в основном наносные палладиевые катализаторы АПК-2, представляющие собой таблетированный оксид алюминия, на который наносят 2% Pd. В качестве восстановления используется природный газ. Процесс протекает при 400-800оС, объемной скорости 15000-25000 –1 и линейной скорости 1-1,5 м/с. В качестве второго слоя в каталитической системе используют Al2O3, что позволяет снизить расход палладия. Срок службы АПК-2 составляет 3 года. Потери Pd 3-5% в год. Остаточная концентрация оксидов азота 0,002-0,008%.

Процесс высокотемпературной каталитической очистки вписывается в технологическую схему производства азотной кислоты и позволяет замкнуть энергетический баланс агрегата.

2.2 Технология и оборудование установки с комбинированным давлением мощностью 55 т/сут

Схема получения азотной кислоты комбинированным методом, получила широкое промышленное раз­витие. Окисление аммиака проводится при атмосферном давлении, абсорбция окислов азота осуществляется при повы­шенном давлении.

Нитрозные газы выходят из котла-утилизатора и поступают в скоростной холодильник 1. Здесь происходит их быстрое охлажде­ние до 35—45° С, образующийся конденсат содержит 2—3%-ную HN03. После выделения основного количества реакционной воды в скоростном холодильнике нитрозные газы охлаждаются в обычном газовом холодильнике 2, где конденсируется уже 25—30 %-ная кис­лота. Далее нитрозные газы сжимаются без промежуточного охла­ждения до давления около 4 ат турбокомпрессором 5 и поступают в окислитель 7. Значительная часть окиси азота окисляется при­сутствующим в газах кислородом воздуха до двуокиси азота. Этот процесс протекает при повышенном давлении с довольно большой скоростью и с выделением тепла, вследствие чего нитрозные газы, поступающие в окислитель при 250—270° С, выходят из него при 300—350° С.

Во избежание потерь тепла в окружающую среду окислитель снабжают теплоизоляцией, что дает возможность использовать тепло реакции окисления окиси азота для подогрева отходящих газов в теплообменнике 8 и далее трансформировать тепловую энергию в механическую в турбине расширения 6. В теплообмен­нике 8 нитрозные газы охлаждаются до 110—130°С, а выхлопные газы нагреваются от 30 до 260—290° С. Дальнейшее охлаждение нитрозных газов происходит в холодильнике-конденсаторе 9, при этом конденсируется 50%-ная азотная кислота.

Предварительно хорошо окисленные и охлажденные нитрозные газы поступают в абсорбционную колонну 10 для переработки в продукционную кислоту. На соответствующую тарелку колонны подается кислота, полученная в холодильнике-конденсаторе 9. Вы­ходящие из колонны газы содержат в зависимости от размеров абсорбера и конструкции тарелок, а также от температурного ре­жима работы от 0,05 до 0,25% окислов азота. Они подогреваются в' теплообменнике 8 п поступают в турбину расширения 6, уста­новленную на одном валу с турбокомпрессором 5. В турбине газы расширяются с 3,0-3,2 до примерно 1,1 ат и отдают тепло, за­траченное при сжатии нитрозных газов. Охлажденные до 150-100° С газы выбрасываются в атмосферу.

Продукционная 50%-ная азотная кислота отбеливается для удаления растворенных окислов азота и поступает на склад. Выде­ленные из нее нитрозные газы подаются во всасывающую линию турбокомпрессора 5 и возвращаются на переработку.

Ниже приведены технико-экономические показатели системы

Окислитель

Удельный объем, м3/т HNO3 в сутки ...…………..... 0,3-0,4

Подогреватель отходящих газов

Удельная поверхность, мг/т HNO3 в сутки ...………... 2,8-3,2

Абсорбционная колонна

Удельная поверхность охлаждающих змеевиков, м2/т

HNO3 в сутки .............…………………………… ..... 3 - 4

Коэффициент теплопередачи, ккал/(м2 · ч · град) . .... 900 - 1200

Удельный объем, м3/т НМО3 в сутки ......………….. 2,3-2,9

Концентрация кислоты, %.........…………………….... 47-49

## Выход (кислотная абсорбция), % ...……………........ Не более 98

Температура охлаждающей воды, °С ..……………...... Около 28

## Коэффициент использования оборудования по времени

## (в пределах года), % ...........…………………………….... 93,5 - 95,9

Выработка продукции с 1 м2 застройки цеха, т/год ……… 37-42\*\*

Общий объем зданий, м3/т HNO3 в год .....……………….... 0,3 - 0,27\*

\* Уменьшение с ростом мощности

\*\* Увеличение с ростом мощности

При прохождении газов в колонне снизу вверх со скоростью в свободном сечении 0,3—0,4 м/сек, а потока жидкости сверху вниз, на тарелках образуется пена с большой поверхностью раздела фаз, что способствует интенсивному массообмену. Для перетока жидкости с вышележащей тарелки на нижележащую служат две параллельные переточные трубки диаметром 57 X 3,5 мм, отделен­ные от барботажной зоны перегородкой высотой 250 мм. Нижние концы переточных трубок опущены в приемный карман нижеле­жащей тарелки, из которого жидкость растекается по плоскости тарелки, направляясь к переточным трубкам, расположенным в противоположной стороне от входа жидкости.

Для отвода тепла, выделяющегося в процессе поглощения нитрозных газов, на тарелках размещены охлаждающие змеевики (трубки диаметром 38x2,5 мм), по которым проходит вода.

Суммарная поверхность охлаждения в колонне, равная 500 м2, распределяется по тарелкам следующим образом:

Номера тарелки Число рядов Охлаждающая

(считая снизу) змеевика поверхность одной

тарелки, м2

1-3 4 42

4-8 3 31,5

9-11 2 21,0

12-21 2 11,0

22-25 1 5,5

26-27 - без охлаждения

28-29 2 11,0

30-40 - без охлаждения

Рассмотрим основное оборудование установки получения HNO3 с комбинированным давлением.

Контактный аппарат является частью комбинированного агрегата, состоящего из картонного фильтра, конвертора и котла утилизатора.

Картонный фильтр, расположенный в верхней части аппарата имеет диаметр 3020 мм, высоту 1528 мм и содержит несколько кассет. Пройдя кассеты газовая смесь через окна поступает во внутренний цилиндр и далее во входной конус конвертора.

В месте перехода конической части конвертора в цилиндрическую расположена решетка диаметром 2890 мм, которая служит для создания равномерного потока газовой смеси. Это способствует более равномерному распределению нагрузки по поверхности катализатора и поддержанию одинаковой температуры на всей площади сетки. Диаметр рабочей части катализаторных сеток 2800 мм. Поверхность трех катализаторных сеток при толщине нити 0,09 мм составляет 33,4 м2. Сетки опираются на колосники, ниже их на решетке располагается слой металлических колец (32х32х1мм) высотой 250 мм. Этот слой выполняет роль аккумулятора тепла, облегчающего розжиг аппарата после кратковременной остановки. Одновременно на кольцах задерживается часть наиболее крупных частиц платины. Нижняя часть конвертора футерована жаркостойким кирпичом и присоединяется непосредственно к верхней части котла-утилизатора прямоточного типа.

Котел-утилизатор. Общая длина котла 7247 мм, диаметр 1600 мм, длина трубной части 5000 мм. Корпус котла сварной, изготовлен из стали толщиной 14 мм. Трубки котла диаметром 44,5 мм (194шт) и анкерные трубки (47 шт) размещаются в нижней части барабана (высота 750 мм).

Нитрозные газы проходят по трубкам, в межтрубном пространстве находится вода и пар. В торцах котла расположены камеры для входа и выхода нитрозных газов. Входную камеру футеруют шамотным кирпичом для предохранения металла от прогорания.

Поверхность нагрева котла-утилизатора 144 м2, производительность 1150 кг/ч пара давлением 9 ат, перепад температуры нитрозных газов от 710 до 250оС. Количество пропускаемого нитрозного газа 4900 м3/час.

Котел снабжается манометром, предохранительными клапанами и прочей арматурой.

Проектируемым аппаратом является абсорбционная колонна. Она представляет собой сварной вертикальный цилиндрический сосуд, выполненный из листовой стали 1х18Н9Т толщиной 8 мм (диаметр колонны 1800 мм, высота 44730 мм). Насадка колонны состоит из 40 тарелок, располагаемых по высоте на различном расстоянии друг от друга: в нижней части интервал между тарелками составляет 1200 мм, в верхней части 1000 мм. Тарелки имеют отверстия диаметром 1,5 мм, расположенные в шахматном порядке с шагом 9 мм.

Для ремонта деталей, расположенных внутри колонны, в ее стенке около каждой тарелки, снабженной охлаждающими змеевиками, устроены лазы диаметром 620 мм. Внутренний объем колонны равен 316 м3, что соответствует удельному объему 2,34 м3/т HNO3, вырабатываемой агрегатом в сутки при давлении 3-3,5 ат. Удельная поверхность охлаждения соответственно равна 3,72 м2/т HNO3 в сутки.

Масса колонны 58 т, из которых 55 т составляет нержавеющая сталь.

Основная характеристика турбокомпрессоров, применяемых для сжатия нитрозных газов, приведена в таблице 1.

*Таблица 1*. Характеристика турбокомпрессоров для сжатия нитрозных газов.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Турбокомпрессоры | | | |
| К-4800-42-1  (Невский завод) | К-4800-42-1  (Невский завод) | Фирмы «Браун-Бовери» | Фирмы «Эшер-Вис» |
| Производительность при 0оС и 760 мм рт.ст., м3/мин  Число оборотов турбо- компрессора, об/мин  Охлаждение  Условия всасывания  температура, оС  давление, ат  Условия нагнетания  температура, оС  давление, ат  Мощность потребля-емая компрессором, квт  Рекуперационная турбина (детандер):  Количество газа, проходящего через детандер при 0оС и 760 мм рт.ст. м3/мин  Число оборотов, об/мин  Условия на входе в детандер  температура, оС  давление, ат  Давление на выходе, *ат*  Мощность, квт  детандера  двигателя  паровой турбины  Редуктор | 350  8100  без охлаждения  53  0,905  264  3,78  1700  288  8100  280  2,95  1,0  650  -  -  Есть | 415  8100  без охлаждения  50  0,921  280  4,0  2080  270  8100  260  3,44  1,05  890  1050  1300  Нет | 275  8250  внутреннее  50  0,97  -  7,4  1830  167  8250  100  5,0  1,1  300  1980  -  Есть | 275  5900  выносное  50  0,97  -  7,0  1655  167  1655  до 450  5,0  1,1  845  1740  Есть |

2.3 Определение основных размеров абсорбционной колонны (мощность 55 т/сутки)

Составление материального баланса контактного узла. Теоретический расход аммиака на 1 т HNO3, согласно уравнению:



составит

17 / 63· 1000 = 270 кг

Фактический расход аммиака при степени конверсии 97 % и степени поглощения оксидов азота 98 % равен:

 кг

Общий расход аммиака за 1 ч составит:

284· 55 / 24 = 651 кг или 651 / 17 = 38 моль

Определяем часовой расход воздуха при содержании 10,5 % NH3 в аммиачно-воздушной смеси:

38 (100 – 10,5) / 10,5 = 324 моль

Приняв, что воздух содержит 21% О2 и 79% N2. Определим количество поступающего кислорода:

324· 0,22 = 68 моль или 68 · 32 = 2176 кг

Количество других газов, поступающих с воздухом, в пересчете на азот составит:

324· 0,79 = 265 моль или 256 · 28 = 7168 кг

Содержание паров воды в воздухе в данном случае не учитываем.

Дальнейший расход ведем на часовой расход газа. Количество аммиачно-воздушной смеси, поступающей в конвертор за 1 ч, составит:

Кмоль объемн,% кг вес,%

NH3 38 10,5 651 6,50

O2  36 18,8 2176 21,77

N2 256 70,7 7168 71,73

Всего 362,0 100,0 9995,0 100,0

Состав газа после окисления аммиака в соответствии с принятой степенью конверсии 97% рассчитываем в соответствии с реакциями:

4NH3 + 5O2 = 4NO + 6H2O

4NH3 + 3O2 = 2N2 + 6H2O

После окисления аммиака газ имеет следующий состав:

Кмоль объемн,% кг вес,%

NО 36,9 9,93 1107 11,08

O2  21,1 5,68 675 6,75

Н2О 57,0 15,34 1026 10,26

N2 256,6 69,05 7187 71,9

Всего 371,6 100,0 9995,0 100,0

Составление материального баланса абсорбционного узла

1. Определение количества конденсата. Количество окиси азота, превращенной в азотную кислоту, составит:

36,9 · 0,422 = 15,6 моль

На образование азотной кислоты по реакции

2NО + H2O + 1,5O2 = 2НNО3

расходуется воды:

15,6 / 2 = 7,8 моль

Количество сконденсировавшей воды (х) при образовании 53%-ной азотной кислоты можно вычислить из уравнения:

15,6 · 63 · 100 / (15,6 · 63 + х ·18) = 53; где х = 48,8 моль

Общее количество сконденсировавшей воды:

48,4 + 7,8 = 56,2 моль

Количество образующейся 53%-ной азотной кислоты равно:

15,6 + 48,4 = 64 моль

2. Определение количества и состава газа после холодильника. Количество кислорода, расходуемого на окисление окиси азота и образования азотной кислоты, определяем по суммарному уравнению:

2NО + H2O + 1,5O2 = 2НNО3

15,6 · 0,75 = 11,7 моль

Количество кислорода израсходованного при дополнительном окислении окиси азота, рассчитываем по реакции:

2NО + O2 = 2NО2

С учетом степени окисления окиси азота, по практическим данным, равной 27%:

(36,9 – 15,6) · 0,27 · 0,5 = 2,88 моль

Остается кислорода в газе:

21,1 – 11,7 – 2,88 = 6,52 моль

Образуются двуокиси азота:

(36,9 – 15,6) · 0,27 = 5,75 · 0,27 = 1,55 моль

Остается окиси азота в газе

5,75 – 1,55 = 4,2 моль

Газ, выходящий из холодильника-конденсатора имеет следующий состав:

Кмоль объемн,% кг

NО 4,2 1,56 126

NO2 1,55 0,54 71,3

O2  6,52 2,4 208,6

Н2О 0,8 0,3 14,4

N2 256,6 95,2 7187

Всего 269,67 100,0 7607,3

Состав конденсата:

HNO3 15,6 · 63 = 982,8 кг, или 53 %

Н2О 48,4 · 18 = 871,2 кг, или 47 %

Всего 1854 кг

Составление материального баланса абсорбционной колонны.

Нитрозные газы после холодильника и сепаратора поступают под 1-ю тарелку колонны, конденсат – на 4-7-ю тарелки. Общее количество получаемой HNO3 при степени поглощения оксидов азота 98% составит:

36,9 · 0,98 = 36,16 моль (2278 кг)

Потери кислоты равны:

36,9 – 36,16 = 0,74 моль

Количество кислорода необходимого для получения азотной кислоты, определяется по уравнению:

2NО + H2O + 1,5O2 = 2НNО3

И составляет:

36,16 · 1,5 · 0,5 = 27,12 моль

Количество добавочного кислорода, необходимого для получения кислоты:

27,12 – 21,1 = 6,02 моль

Количество азота воздуха, вводимого с этим количеством кислорода:

 моль

Если содержание избыточного кислорода в отходящих газах равно 2,5 % то вместе с ним выводится N2 в количестве:

 %

Содержание паров воды в выхлопных газах при 30 ºС:

 %

где 31,5 – парциальное давление паров воды мм рт. ст.

Таким образом, общее количество выхлопных газов:

х = 0,74 + 0,025х + 0,0052х + 256,6 + 22,6 + 0,094х

х = 319,6 моль

Из них на долю избыточного кислорода приходится

319,6 · 0,025 = 7,99 моль

а на долю избыточного азота

319,6 · 0,094 = 30 моль

Общее количество воздуха, вводимого в колонну (в моль):

O2 6,02 + 7,99 = 14,1

N2 22,6 + 30 = 52,6

Всего 66,61

Количество паров воды в выхлопных газах равно

319,6 · 0,0052 = 1,66 моль

Состав выхлопных газов:

Кмоль объемн,%

NО 0,74 0,23

O2  7,99 2,55

N2 309,21 96,7

Н2О 1,66 0,52

Всего 319,6 100,0

Количество воды, необходимой для образования 100 %-ной HNO3 :

3NО2 + H2O = 2НNО3 + NO

равно:

36,16 · 0,5 = 18,08 моль

С учетом влажности газа и количества реакционной воды в колонну следует вводить следующее количество воды:

18,08 + 99,44 + 1,66 – 57 = 62,18 моль

1. Расчет процесса абсорбции по тарелкам. Количество газа поступающего в первую царгу колонны вместе с добавочным воздухом:

Кмоль объемн,%

NО 4,2 1,25

NО2 1,55 0,46

O2 6,55 + 14,01 = 20,53 6,15

Н2О 0,8 0,24

N2 309,21 91,9

Всего 336,29 100,0

Объемная скорость газа *w* при 30ºс и 3,0 ат (с учетом снижения давления на 0,5 ат в предыдущих аппаратах):

 м3/сек

Принимая линейную скорость газа *v* в свободном объеме равной 0,5 м/сек, найдем площадь сечения абсорбционной колонны:

 м2

Диаметр колонны составит:

 м

Примем высоту окислительного пространства под первой тарелкой 0,6 м, тогда продолжительность пребывания в нем газа составит 2 сек (в практических условиях принимают продолжительность пребывания газа для первой тарелки в 2-3 раза больше).

Степень окиси азота определяют по уравнению:





Отсюда α = 0,33

После окисления окиси азота состав газа будет следующим (в моль):

NО (1 – 0,33) · 4,2 = 2,8

NО2 0,33 ·4,2 + 1,55 = 2,9

O2 20,53 - 0,5 · 0,33 · 4,2 = 19,8

Количество газа поступающего в первую тарелку, будет равно:

NO NO2+2H2O4 O2 H2O N2 Всего

Количество, моль 2,8 2,9 19,8 0,8 309,21 335,51

Давление, ат 0,024 0,16 - - - Робщ=3ат

Находим парциальное давление двуокиси азота РNO2 в момент установления равновесия при соприкосновении газа с жидкостью на первой тарелке по уравнению:



Значение К1 для 56%-ной НNO3 (при 30ºС) равно 50.

Значение К находится по формуле:



*К =0,192*

Тогда



Следовательно

 ат

Парциальное давление окислов азота в состоянии равновесия

 ат

Начальное парциальное давление окислов азота

Рн = а + b + 2с = 0,024 + 0,16 = 0,184

Уменьшение парциального давления окислов азота вследствие их частичного превращения в азотную кислоту составит:

Rтеор = Рн – Рк = 0,184 – 0,180 = 0,004 ат

Рассчитаем КПД тарелки или коэффициент достижения равновесия:

с = а + КСHNO3 + 0,0041 р1,85 + 0,067h – 0,002t – 0,43w

K = 0,0071 + 2 · 10 – 4p – 0,015w

или

K = 0,0071 + 2 · 10 – 4 · 3 – 0,015 · 0,3 = 0,0032

Примем, что диаметр отверстий в ситчатых тарелках равен 1,5 мм, а площадь свободного их сечения 4%, тогда

lg α = - 0,35 – 0,01S – 0,357 lg d

lg α = - 0,35 – 0,01 · 4,0 – 0,357 · lg 1,5

α = 0,355

Расстояние между следующей тарелкой и слоем кислоты, находящейся на тарелке, равно 0,5 м, температура кислоты 30 ºС и концентрация продукционной кислоты 56%. В этом случае:

c = 0,355 + 0,0041 · 56 + 0,0041 · 31,85 + 0,067 · 0,5 – 0,002 · 30 – 0,43 · 0,3 = 0,24

Практически уменьшение парциального давления окислов азота с учетом того, что равновесие не достигается, равно:

Rпракт = Rтеор с = 0,004 ·0,24 = 0,00096 ат

Количество окислов азота, превращенных в азотную кислоту, может быть вычисленно по формуле:

 моль

где Q – количество окислов азота в поступающем газе, моль.

На образование кислоты по реакции

3NО2 + H2O = 2НNО3 + NO

израсходовано двуокиси азота:

1,5*f* = 1,5 · 0,65 = 0,975 моль

При этом регенерировалось окиси азота:

1,5*f* = 0,5 · 0,65 = 0,325 моль

После первой тарелки в газе содержится:

2,8 + 0,325 = 3,125 моль NO

Тогда состав газа после абсорбции на первой тарелке будет следующим:

NО 3,125

NО2 (2,9 - 0,975) 1,925

O2  19,8

Н2О 0,8

N2 309,21

Всего 334,86

Толщина стенки рассчитывается по формуле

S = SP + C

где С – прибавка на коррозию; С = 0,05 мм



где Р – рабочее давление; Р = 3,5 ат = 0,35 МПа

D – диаметр аппарата; D = 18 м = 1800 мм

[δ] – допустимое напряжение, МПа

φр – коэффициент ослабления за счет сваривания швов (φр = от 0,65 до 1,0)

3. Технико-экономическое обоснование проекта

4. Охрана труда

В производстве азотной кислоты применяются аммиак, оксиды азота, серная кислота, сода, кислород и другие продукты, как в чистом виде, так и в виде различных смесей. Многие из них обладают токсическими свойствами или образуют огнеопасные или взрывоопасные смеси. Например, в атмосфере газообразного кислорода возможно самовозгорание органических веществ или материалов. Жидкий аммиак, азотная серная кислоты оказывают обжигающее действие, особенно при попадании на слизистые оболочки глаз.

В таблице 4.1 приведены основные физико-химические и токсические свойства веществ, используемых в производстве азотной кислоты.

Таблица 4.1 - Основные свойства веществ, используемых в производстве азотной кислоты

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | NO | NO2 | HNO3 | H2SO4 | NH3 |
| Физические свойства при 0ºС и 760 мм рт.ст. | Безцветный газ | Красно-бурый газ с резким запахом | Бесцветная жидкость | Масляни-стая жидкость | Безцветный горючий газ с резким запахом |
| Молекулярная масса | 30,01 | 46,01 | 63,02 | 98,09 | 17,03 |
| Относительная плотность по воде или воздуху | 1,037 | 1,49 | 1,5 | 1,84 | 0,597 |
| Температура, ºС  плавления  кипения | -163,7  -151,8 | -11,0  21,3 | -41,0  86,0 | 10,45  336,5 | -78  -33,4 |
| Токсические свойства | Вызывает общую слабость, головокружение, тошноту | | | Раздражает слизистые оболочки верхних дыхатель-ных путей | Высокие концентра-ции вызы-вают ост-рое раздра-жение сли-зистых обо лочек, сле-  зоточение, удушье |
|  | | При попадании на кожу вызывает тяжелые ожоги | |

### Продолжение таблицы 4.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Предельно допустимая концентрация в возду-хе рабочих помещений, мг/м3 | 5 | 5 | 5 | 2 | | | 20 |
| (в пересчете на N2O5) | | | |  |  | |
| Пределы взрываемос-ти с воздухом, % | Не взрывается | | | | | | 15,5-27,0 |
| Марка применяемого противогаза | В | В | В | В | | | КД |

В отделение конверсии аммиака при увеличении концентрации NH3 в смеси его с воздухом в зоне катализатора могут происходить взрывы, оказывающие разрушающее действие на аппаратуру. При перегреве котла-утилизатора, недостатке воды или чрезмерном повышении в нем давления аппарат может разорваться.

В улитках и на лопатках нитрозных вентиляторов, устанавливаемых перед адсорбционными (поглотительными), башнями иногда наблюдается отложение аммонитных солей азотной и азотистой кислоты. Образование и накопление этих солей происходит при затяжном пуске конвертора, когда возможен проскок аммиака через катализатор, последующее его взаимодействие с оксидами азота и получение аммонитных солей. Соприкосновение вращающихся частей ротора с отложениями солей на статоре вентилятора может привести к взрыву.

При обработке жидких оксидов азота кислородом в автоклаве в случае попадания в него масла из редуктора мешалки либо в результате неаккуратно сделанного ремонта аппарата может произойти взрыв. Кроме того, при случайном попадании в жидкие оксиды азота масла (или дихлорэтана, применяемого иногда для обезжиривания деталей) может образоваться смесь, способная взрываться при трении.

Самовозгорание может произойти при соприкосновении древесной стружки, опилок, соломы, кусков древесины или тряпок с азотной кислотой или меланжем.

Промасленные и даже сухие хлопчатобумажные материалы могут возгораться при контакте с газообразным кислородом или воздухом, обогащенным кислородом.

Таким образом, производство азотной кислоты связано с возможностью возникновения пожаров и взрывов, а также травматизма обслуживающего персонала. Однако, при строгом соблюдении технологического режима, инструкций по технике безопасности и при высокой культуре производства создаются безопасные условия труда.

В производстве азотной кислоты должны выполняться следующие основные правила техники безопасности.

1. Малейший пропуск газа или жидкости из аппарата или коммуникаций должен быть немедленно устранен. При этом следует отключить аппарат, освободить его от содержимого, промыть водой или продуть паром либо газообразным азотом и, наконец, воздухом. Только после такой подготовки можно приступить к ремонту аппарата, получив предварительно письменное разрешение (в соответствии с инструкцией) начальника цеха, начальника смены и других ответственных лиц. Кроме того, на период ремонта вывешивается соответствующее объявление, запрещающее во избежание аварии включать насосы и другое оборудование.

1. На паровых котлах, танках с жидким аммиаком, кислородных ремверах и на нагнетательных линиях от насосов должны быть установлены систематически проверяемые предохранительные клапаны. Не разрешается перегрузка клапанов или ограничение их действия.
2. Щиты управления и штурвалы вентилей и задвижек необходимо располагать в местах, не загроможденных аппаратурой и коммуникациями, или устанавливать их на высоте, удобной для обслуживания.
3. Проходы между аппаратами, лестничные клетки, двери и места с аварийными запасными выходами не разрешается загромождать оборудованием или коммуникациями.
4. Каждый аппаратчик должен работать в спец одежде, изготовляемым обычно из грубощеренного шинельного сукна и иметь при себе противогаз соответствующей марки (см. табл.4.1). Аппаратчик должен быть обеспечен резиновыми перчатками и защитными очками.
5. Пуск агрегата разрешается лишь при полной исправности установленных автоматических приборов.
6. В случае аварийного прекращения подачи электроэнергии, воды или сырья работа агрегата, отделения или цеха должна прекратиться. Последующий пуск агрегатов, потребляющих ток высокого напряжения, производится дежурным электриком. При пользовании лампочками переносного освещения к ним следует подводить ток напряжением не выше 12 В.
7. Все движущиеся части машин и строительные проемы нужно обязательно ограждать. Подъемные краны и другие механизмы следует содержать в исправности и проверять перед использованием.

Обтирочный материал должен храниться только в специальных металлических ящиках. В цехе должны быть развешены сухие огнетушители и поставлены ящики с песком, установлены ванны и души, а также аптечки для оказания первой помощи.

Аппаратчики допускаются к работе только после сдачи техминимума по технике безопасности.

При возникновении пожара в действующем цехе обслуживающий персонал обязан немедленно применять меры к ликвидации пожара. Одновременно следует вызывать заводскую пожарную команду. Для облегчения работ по ликвидации возникшего пожара необходимо обеспечить свободный доступ к пожарному инвентарю, которым пользуются работники цеха до приезда пожарной команды. Поэтому не разрешается загромождать посторонними предметами проходы между аппаратами, подходы к лестницам и дверям.

Подъезд к производственному зданию всегда должен быть свободен. Поэтому ремонт подземных коммуникаций, связанный с раскопками и, следовательно, с нарушением целостности подъездных дорог, проводится в самые сжатые сроки только с разрешения пожарной охраны.

Сварочные работы, необходимые при ремонте аппаратуры или коммуникации, проводят в помещении цеха с ведома и в присутствии работников пожарной охраны, которые в случае необходимости могут предпринять срочные меры для ликвидации очага пожара.

Отработанное масло рекомендуется хранить в специальном изолированном помещении, использованные обтирочные материалы – в металлических ящиках, установленных в стороне от рабочих мест. Для тушения пожара, возникшего в результате возгорания электрических установок, находящихся под напряжением, а также сильно разогретых машин и аппаратов, нужно пользоваться азотом из баллонов.

Для ликвидации пожара, вызванного горящим газом, выходящим из аппарата или коммуникаций в помещение, также применяют азот: при малом очаге горения можно пользоваться баллоном с азотом; в цехах с вероятностью возгорания больших количеств газа предусматривается специальная противопожарная линия, в которую подается азот с центрального пункта.

В тех случаях, когда для тушения пожара нельзя использовать воду, применяют ручные пенные огнетушители. При возгорании небольшого количества пролитой жидкости очаг горения следует засыпать сухим песком. Небольшие участки пожара могут быть ликвидированы также путем набрасывания тяжелых тканей, одеял, асбестового полотна.

При ожогах азотной кислотой необходимо сразу же обмыть пораженное место большим количеством воды, затем 2%-ным раствором NaHCO3, смазать вазелином или специальной мазью от ожогов и перевязать.

При попадании под струю кислоты надо быстро сбросить верхнюю смоченную кислотой одежду и принять душ или ванну, которые обычно размещаются в цехах вблизи от рабочих мест. В тяжелых случаях поражения следует снимать одежду под душем или в ванне с помощью других людей.

При попадании на кожу концентрированной азотной кислоты необходимо осторожно снять кислоту ватным тампоном, затем промыть обожженное место большим количеством воды, 2-%-ным раствором соды и, смазав вазелином, наложить повязку. В случае вдыхания газообразных оксидов азота или паров азотной кислоты пострадавшего нужно прежде всего вывести на свежий воздух, напоить молоком, а в случае необходимости применять кислород.

При поражении дыхательных путей аммиаком рекомендуется выйти на свежий воздух и выпить разбавленный раствор винной или лимонной кислоты с сахаром.

При термических ожогах с пострадавшего следует осторожно снять обгоревшую одежду, не касаться обожженных мест. На ожог нужно наложить компресс из 1%-ного раствора марганцовокислого калия (компресса из бумаги). Не следует смазывать такие ожоги маслом или вазелином.

Вывод

В курсовом проекте разработана установка получения азотной кислоты с давлением 0,35 МПа, мощностью 55 т/сут.

В общей части пояснительной записки были рассмотрены области применения азотной кислоты, методы производства (дуговой метод, способы получения HNO3 из чилийской селитры, из коксового газа, из цианамида кальция, метод получения HNO3 контактным окислением синтетического NH3) и направление усовершенствования установок.

В специальной части были рассмотрены физико-химические основы производства азотной кислоты. Также разработана технологическая схема агрегата получения HNO3 с комбинированным давлением и рассмотрено основное оборудование агрегата.

В расчетной части определены основные размеры проектируемой абсорбционной колонны:

Диаметр колонны ………………………………………………… 1800 мм

Высота …………………………………………………………….. 44730 мм

Количество тарелок ……………………………………………… 40 шт

Расстояние между тарелками:

в нижней части ……………………………………………. 1200 мм

в верхней части …………………………………………… 1000 мм

Также рассмотрены основные положения по охране труда и безопасному ведению процесса для азотнокислого производства.

Литература

1. Справочник азотчика. 2-е изд.перераб.-М.:Химия, 1987.-464 с.
2. Генкин А.Э. Оборудование химических заводов: Учеб.пособие для техникумов. 4-е изд., перераб. и доп.-М.: Высшая школа., 1986.- 280с.
3. Атрощенко В.И., Каршн С.И., Технология азотной кислоты. Издание 3-е, переработанное и дополненное. – Издательство «Химия», М., 1970 г. – 496с.
4. Производство азотной кислоты в агрегатах большой единичной мощности /Под ред. В.М.Олевского. – М.:Химия, 1985.-400с.