

2 Программа дисциплины

2.1 Введение. Важнейшие свойства серной кислоты

Цель и задачи курса, связь с другими дисциплинами специальности. Значение серной кислоты в народном хозяйстве. Обзор методов производства серной кислоты. Прикладное значение физико-химических свойств серной кислоты и оксидов серы, хранение и транспортировка серной кислоты. Конструкционные материалы для аппаратуры сернокислотного производства. Трубы и арматура кислотных трубопроводов и газопроводов.

2.2 Сырье для получения серной кислоты

Природные виды серного сырья – сера, колчеданы, пирротины, гипс, их месторождения. Характеристики природных серосодержащих минералов.

Промышленные виды сырья – флотационный колчедан, углистый колчедан, газовая сера, сульфат кальция. Отходящие газы цветной металлургии и нефтепереработки. Травильные растворы. Кислые гудроны. Агломерационные газы. Тенденции в использовании серосодержащего сырья для производства серной кислоты.

2.3 Производство сернистого газа

Требования к сернистому газу в производстве серной кислоты. Физико-химические основы обжига серного колчедана. Температурные условия обжига. Состав газа и огарка. Сжигание серы.

Основные типы печей для обжига серного сырья. Энергохимические агрегаты для обжига колчедана. Обогащение слабых газов. Пути утилизации огарка. Очистка газа от пыли.

Материальный и тепловой балансы печного отделения.

Материальный баланс печи с кипящим слоем при сжигании колчедана. Расчет основных показателей печи с кипящим слоем.

2.4 Производство серной кислоты контактным способом

Физико-химические основы процесса очистки газа от примесей. Технологическая схема отделения тонкой очистки. Очистка газа при испарительном режиме, промывка газа горячей кислотой, сухая очистка. Сушка газа.

Теоретические основы контактного окисления двуокиси серы. Роль катализаторов при процессе окисления SO_2 до SO_3 . Основные физико-химические свойства катализаторов, применяющихся в сернокислотной промышленности. Приготовление катализаторов, контроль качества катализаторов. Перспективы и изыскание новых высокоактивных катализаторов и износостойчивых катализаторов. Статика окисления SO_2 . Катализаторы. Кинетика окисления SO_2 на ванадиевом катализаторе.

Теоретические основы окисления SO_2 в контактном аппарате с взвешенным слоем катализатора. Конструкции контактных аппаратов. Контактный процесс на слабых газах цветной металлургии. Использование

крепкого газа.

Физико-химические основы абсорбции серного ангидрида. Схема двухступенчатой абсорбции. Промежуточная абсорбция SO_3 при двухступенчатом контактировании. Контактное производство серной кислоты при использовании в качестве сырья серы. Короткая схема получения серной кислоты. Схема получения серной кислоты из гипса и сероводорода. Перемещение газа по системе. Расчет контактных аппаратов для окисления сернистого газа.

Технико-экономические показатели работы контактных систем – удельные капиталовложения, расходные коэффициенты, себестоимость продукта. Перспективы развития контактного производства серной кислоты – укрупнение агрегатов, интенсификация за счет использования кислорода и др. Проблема очистки выхлопных газов.

2.5 Производство серной кислоты нитрозным способом

Теоретические основы нитрозного сернокислотного процесса. Башенный сернокислотный процесс, его особенности. Схемы башенных систем, назначение и функции отдельных башен. Схема орошения. Технологический режим башенных систем. Аппаратура. Насосно-холодильное хозяйство. Пути усовершенствования Производства серной кислоты нитрозным способом.

Контактно башенный процесс. Схема совместного получения азотной и серной кислот. Нитрозный процесс на пенном режиме.

Технико-экономические показатели работы башенных систем. Проблема очистки хвостовых газов. Пути интенсификации нитрозного способа.

2.6 Концентрирование серной кислоты

Физико-химические основы концентрирования серной кислоты. Концентрирование серной кислоты с применением внешнего нагрева, вакуума и водоотнимающих средств. Концентрирование при непосредственном соприкосновении горячих газов с кислотой. Барабанный концентратор. Образование кислотного тумана, методы его осаждения. Технико-экономические показатели барабанных концентраторов.

2.7 Очистка промышленных выбросов

Экологические особенности выхлопных газов сернокислотных производств. Предельно допустимые концентрации выбросов. Проблемы создания безотходных производств. Основные методы улавливания аэрозолей: осаждение, использование циклонных аппаратов, фильтрация через пористые материалы, промывка газа жидкостью и электроосаждение.

Удаление газообразных примесей методами абсорбции, адсорбции и каталитическим способом. Методы очистки сточных вод – нейтрализация, отстой и биохимический способ.

2.8 Соединения связанного азота в народном хозяйстве

Виды связанного азота. Значение соединений связанного азота в народном хозяйстве. Круговорот азота в природе. Азотная промышленность стран СНГ. Краткая характеристика методов фиксации атмосферного азота. Перспективы развития азотной промышленности.

2.9 Получение сырья для азотной промышленности

Виды сырья для азотной промышленности. Требования к сырью для азотных заводов. Методы производства азота и водорода из основных видов сырья. Техничко-экономическая оценка различных видов сырья.

Производство азота из воздуха методом глубокого охлаждения. Методы получения низких и сверхнизких температур. Теоретические основы выделения из воздуха азота и кислорода. Принципиальные схемы установок для разделения воздуха. Основные типы аппаратов.

Получение азотоводородной смеси из жидкого и твердого топлива. Современные установки для газификации твердого топлива с целью получения азотоводородной смеси. Получение водорода и азотоводородной смеси методом глубокого охлаждения коксового газа. Теоретические основы разделения коксового газа методом фракционной конденсации. Схемы установок для разделения коксового газа. Характеристика основного оборудования.

Производство водорода и азотоводородной смеси химическим методом. Теоретические основы конверсии метана с применением различных окислителей. Типы конверсий. Катализаторы конверсий. Принципиальные технологические схемы и аппаратурное оформление процессов. Техничко-экономическая характеристика различных технологических схем конверсии метана и перспективы развития.

Очистка газов перед конверсией. Очистка газов от сероводорода с помощью активированного угля, окислами железа, мышьяково-щелочным и моноэтаноламиновым методами. Каталитические и абсорбционные методы очистки газа от сероводорода. Теория конверсии окиси углерода.

Катализаторы для конверсии окиси углерода, их свойства и методы получения. Теория каталитического процесса. Современные промышленные установки для конверсии окиси углерода под атмосферным и повышенным давлением. Основное оборудование. Техничко-экономическая оценка различных вариантов конверсии окиси углерода. Очистка конвертированного газа от двуокиси и окиси углерода. Технологические схемы и аппаратурное оформление процессов.

2.10 Производство синтетического аммиака

Равновесие и кинетика процесса синтеза аммиака. Катализаторы синтеза аммиака. Контактные яды и методы борьбы с отравлением катализатора. Предкатализ продуцирующий и гидрирующий. Элементы теории каталитического процесса. Новые виды катализаторов.

Основные принципы устройства установок для производства

синтетического аммиака. Установки низкого, среднего и высокого давления. Современный энерготехнологический агрегат синтеза аммиака под давлением 300 атм. Методы интенсификации работы установок для синтеза аммиака. Аппаратурное оформление и автоматизация производства. Технико-экономическая оценка различных методов синтеза аммиака.

2.11 Производство слабой азотной кислоты

Производство азотной кислоты методом каталитического окисления аммиака. Физико-химические основы процесса окисления аммиака и переработки окислов азота в азотную кислоту. Теория каталитического процесса, основные типы катализаторов и их сравнительная характеристика.

Сравнительная характеристика различных систем производства азотной кислоты. Промышленные установки по производству слабой азотной кислоты. Получение слабой азотной кислоты под атмосферным давлением, комбинированным методом, под повышенным давлением. Современная энерготехнологическая схема производства слабой азотной кислоты под давлением 7,2 атм.

Основное оборудование азотнокислотных цехов. Методы интенсификации азотнокислотного производства. Получение нитритов и нитратов из хвостовых газов азотнокислотных цехов. Каталитическая очистка хвостовых газов. Технико-экономическое сравнение различных методов производства слабой азотной кислоты.

2.12 Производство концентрированной азотной кислоты

Физико-химические основы получения азотной кислоты методом прямого синтеза. Принципиальная технологическая схема и аппаратурное оформление процесса. Концентрирование азотной кислоты с применением водоотнимающих средств. Свойства тройных систем: «азотная кислота - серная кислота – вода» и «азотная кислота - нитрат магния – вода». Схема установок и основное оборудование для концентрирования азотной кислоты с помощью водоотнимающих средств. Технико-экономическая характеристика различных методов производства концентрированной азотной кислоты.

2.13 Экологические проблемы производства связанного азота

Техника безопасности в производстве связанного азота. Характеристика продуктов азотнокислотного производства в соответствии с их классификацией по степени вредности. Меры оказания первой помощи.

Экологические проблемы производства связанного азота и пути их решения. Основные методы снижения вредных выбросов в атмосферу.