

Министерство образования и науки Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Санкт–Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

Кафедра технологии неорганических веществ и минеральных удобрений

М.А. Шапкин

РАСЧЕТ И ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ И ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Методические указания
для студентов заочной формы обучения
специальности «Химическая технология неорганических веществ»

Санкт - Петербург
2010

УДК 66.01: 546(07)

Шапкин М.А. Расчет и выбор материалов и оборудования при проектировании: Методические указания / М.А. Шапкин.- СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2010. - 18 с.

Изложены цели и задачи изучения дисциплины, приведены учебно-тематический план и рабочая программа, даны учебно-методические материалы, а также вопросы к курсовой работе (десять вариантов) и к итоговой аттестации.

Методические указания предназначены для студентов 5 курса заочной формы обучения специальности 240301 «Химическая технология неорганических веществ» и соответствуют рабочей программе дисциплины «Расчет и выбор материалов и оборудования при проектировании»

Библиогр. 11 назв.

Рецензент:

Э.Я. Соловейчик, канд. техн. наук, доцент кафедры электро-термических и плазмохимических производств СПбГТИ (ТУ)

Утверждены на заседании учебно-методической комиссии факультета химической технологии неорганических веществ и материалов СПбГТИ (ТУ) 16 сентября 2010

Рекомендовано к изданию РИСо СПбГТИ (ТУ)

Содержание

Введение.....	4
1 Требования к уровню освоения изучаемой дисциплины.....	5
2 Тематический план и содержание учебной дисциплины.....	5
3 Методические указания к выполнению курсовой работы	8
3.1 Определение номера варианта курсовой работы.....	9
4 Задания для выполнения курсовой работы по дисциплине (промежуточная аттестация, рубежный контроль).....	10
5 Вопросы итогового контроля (итоговая аттестация).....	14
Литература.....	17

Введение

Химическое производство неорганических продуктов - кислот, щелочей, газов, минеральных удобрений и солей базируется на научных, технологических, инженерных, экологических и экономических решениях и реализовано в виде современных технологических схем, позволяющих на основе различного природного сырья получать высококачественные химические продукты при обеспечении передовых технико-экономических показателей производства.

Расчет и выбор материалов и оборудования при проектировании как учебная дисциплина опирается на общенаучные, химико-технологические и инженерные дисциплины по специальности 24 03 01 (Химическая технология неорганических веществ), в частности, неорганическая, аналитическая и физическая химия, процессы и аппараты, общая химическая технология, горно-химическое сырье и минералогия.

Целью учебной дисциплины является формирование у будущих специалистов знаний, умений и практических навыков в разработке, управлении и оптимизации типовых процессов технологии неорганических веществ.

Задачи учебной дисциплины состоят в изучении методов расчета и выбора материалов и оборудования, увязанных в единую технологическую схему оптимального осуществления процессов производства неорганических веществ. При этом основное внимание уделяется изучению опыту работы с различными видами технологического оборудования, изучению основных методик и приёмов расчета и выбора оборудования, используемого при проектировании производственных технологических схем, изучению процессов, связанных с коррозионным разрушением аппаратов, работающих в агрессивных средах, а также знакомству со способами защиты аппаратуры, работающей в химически активных средах.

Полученные знания будут реализованы в дальнейшем процессе выполнения

студентами дипломных работ и проектов, квалификационных работ (диссертаций), в ходе преддипломной практики, а также при последующей работе по специальности.

1 Требования к уровню освоения изучаемой дисциплины

В процессе обучения по дисциплине «Расчет и выбор материалов и оборудования при проектировании» студенты приобретают знания по свойствам и назначению материалов, используемых для изготовления технологического оборудования, функциональному назначению аппаратов и по конструктивным их особенностям.

Умение правильно рассчитать и выбрать материалы и аппаратуру позволяет создать оптимальный проект современной технологической схемы по производству конкурентоспособной неорганической продукции.

2 Тематический план и содержание учебной дисциплины

2.1 Введение. Цели и задачи курса. Изучение свойств новых материалов, используемых для изготовления аппаратов химических производств.

2.2 Общие требования, предъявляемые к оборудованию для химических производств. Механическая надежность, конструктивное совершенство, технологичность изготовления аппаратов. Условия безопасной эксплуатации оборудования. Стандартизация в химическом машиностроении.

2.2 Классификация оборудования по назначению, принципу действия, области применения, масштабам производства и условиям работы.

2.4 Виды расчетов оборудования, включая технологические, гидравлические и энергетические расчеты.

2.5 Экономический аспект проблемы. Обоснование выбора оборудования. Сопоставительные расчеты оборудования с учетом совокупных расходов. Обобщенный экономический критерий эффективности применения различных типов оборудования.

2.6 Материалы, применяемые для изготовления химического оборудования. Металлы и сплавы (стали, чугуны, цветные металлы). Легирующие элементы; области применения легированных сталей, чугунов и металлов. Неметаллические конструктивные покрытия; неорганические коррозионно-устойчивые материалы (андезит, асбест, диабаз, базальт), кислотоупорная керамика, фарфор, вяжущие материалы, конструктивные материалы на органической основе (пластмассы, клеи, резина, битум, графит, древесина). Свойства, области применения.

2.7 Новые перспективные материалы для изготовления химического оборудования. Особо чистые металлы, "композиты". Основные направления в области совершенствования металлических и неметаллических материалов, применяемых в химической промышленности за рубежом (аустенитовые нержавеющие стали, аустенито-ферритовые и ферритовые стали; силиконовые и стирол-бутадиеновые смолы, пигменты).

2.8 Коррозия металлов и сплавов. Классификация видов коррозии металлов и сплавов. Электрохимическая коррозия. Работа коррозионного элемента. Влияние факторов на скорость электрохимической коррозии. Атмосферная коррозия. Подземная почвенная коррозия. Химическая коррозия. Факторы, влияющие на скорость коррозии. Разрушение неметаллических материалов. Характер коррозионных разрушений металлов и сплавов. Сплошная и местная коррозия.

2.9 Способы защиты металлов и сплавов от коррозии. Правила легирования железа различными элементами. Применение двухслойных сталей. Применение защитных покрытий (плёночных и листовых). Футеровка, гарнисаж. Химические методы защиты от коррозии (ингибиторы, фосфатирование, пассивация металла). Хромирование, никелирование.

2.10 Оборудование цехов неорганических производств. Общая аппаратурная схема процессов подготовки и переработки исходных материалов на целевые продукты.

2.11 Внешнезаводской транспорт. Характеристика основного промышленного подвижного става (гондолы, хопперы, думпкары, платформы, цистерны). Автомобильный и морской транспорт.

2.12 Оборудование складов для хранения твёрдых, жидких и газообразных материалов. Склады для хранения твёрдых материалов. Склады для хранения жидких и газообразных материалов. Определение емкости складов.

2.12 Оборудование цехов подготовки исходного сырья к переработке. Стадии дробления и измельчения. Оборудование для дробления и помола. Щековые, конусные, валковые и молотковые дробилки. Барабанные мельницы (шаровые и стержневые). Вибрационные и струйные мельницы. Назначение и принцип действия. Расчет и выбор данного типа оборудования.

2.14 Оборудование для разделения и классификации сырья и материалов. Виды грохочения. Колосниковые, гирационные и инерционные грохоты. Дуговые и барабанные грохоты. Гидравлические и механические классификаторы. Воздушные сепараторы.

2.15 Дозаторы и смесители жидких и сыпучих материалов. Дозаторы для жидкостей (щелевые, диафрагменные, шайбовые, индукционные), расходомеры. Дозаторы для сыпучих материалов (весовые, ленточные, барабанные). Камерные смесители жидких и сыпучих материалов. Мешалки лопастные, пропеллерные, турбинные.

2.16 Реакторы для кислотного разложения фосфатного сырья. Экстракторы и реакторы для разложения фоссырья серной и азотной кислотами. Цилиндрические реакторы, используемые в производстве комплексных удобрений.

2.17 Нейтрализаторы кислот и растворов. П-образные, Г-образные, струйные, скоростные аммонизаторы -испарители (САИ).

2.18 Аппараты для разделения суспензий. Отстойники для выделения твёрдой фазы из суспензий. Фильтры: нутч - фильтры, фильтр - прессы, вакуум - фильтры (барабанные, дисковые, ленточные, карусельные), план-фильтры. Фильтровальные ткани. Центрифуги и гидроциклоны.

2.19 Оборудование для грануляции, термообработки и сушки готового продукта. Агломерационные машины. Барабанные и тарельчатые грануляторы. Грануляционные башни. Выпарные аппараты. Аппараты для сушки сырья и готового продукта. Барабанные сушилки, печи кипящего слоя, трубы — сушилки. Аппаратура, в которой сочетаются процессы разложения фосфатного сырья, сушки и грануляции фосфорнокислотной суспензии (БГС, БГСХ, РКСТ). Выбор оборудования.

2.20 Оборудование для обезвреживания твёрдых, жидких и газообразных отходов. Печи для сжигания отходов.

2.21 Аппараты для очистки отходящих газов. Пылеосадительные камеры. Циклоны. Рукавные фильтры. Электрофильтры. Скрубберы. Абсорберы (поверхностные, распыливающие, барботажные, пенные аппараты со стабилизированным слоем пены - ПАСС).

2.22 Вспомогательное оборудование химических производств. Компрессоры, вентиляторы, насосы. Центробежные насосы (консольные, погружные). Поршневые насосы. Транспортёры (ленточные, пластинчатые, скребковые, винтовые). Элеваторы. Питатели сыпучих материалов.

3 Методические указания для выполнения курсовой работы

В процессе изучения курса "Расчет и выбор материалов и оборудования при проектировании" студенты выполняют курсовую работу, которая является формой методической помощи и проверкой качества изучения материала курса. К выполнению курсовой работы можно приступать только после изучения определенного раздела дисциплины. При выполнении курсовой работы студент должен придерживаться следующей последовательности выполнения задания.

1. Изучить разделы дисциплины, используя учебно-методическую литературу, составить представление о сущности и основных положениях раздела курса.
2. Провести поиск действующих нормативно-технических материалов и научно-технической информации по изученной тематике, для чего рекомендуется использовать Интернет-ресурсы поисковых систем www.yandex.ru, www.google.ru, www.rambler.ru, www.yahoo.ru, и получить представление о современном состоянии и основных тенденциях рассматриваемых вопросов.
3. Исчерпывающе и по возможности кратко (1-2 стр.) изложить свое видение рассматриваемой тематики на основе просмотренных источников.

Курсовая работа должна быть аккуратно оформлена на отдельных листах или в тетради (альбоме), в нее включаются чертежи или эскизы тех или иных аппаратов (выполняются графически или используются копии, полученные на современных сканерах) с расшифровкой основных узлов и деталей; для замечаний преподавателя следует оставлять поля, писать требуется четко и ясно, номера и условия вопросов необходимо переписывать в том порядке, в котором они изложены в задании.

Если работа не зачтена, студент должен внести исправления в соответствии с указаниями преподавателя кафедры. Исправления следует выполнять не в рецензируемом тексте, а используя дополнительные листы, или в конце тетради для выполнения контрольных работ. Работа должна быть датирована и подписана автором-студентом.

Наряду с выполнением курсовой работы, студенты обязаны посетить лекционные, практические и лабораторные занятия в период экзаменационной сессии.

К итоговой аттестации (к сдаче экзамена) по курсу допускаются лишь студенты успешно выполнившие курсовую работу по дисциплине.

3.1 Определение номера варианта курсовой работы

Задания к курсовой работе представлены в десяти вариантах (стр. 10-12). Выбор номера выполняемого варианта контрольной работы определяется последней цифрой шифра номера студенческого билета:

Последняя цифра шифра студенческого билета	1	2	2	4	5	6	7	8	9	0
Номер варианта курсовой работы	1	2	2	4	5	6	7	8	9	10

Курсовая работа, выполненная не по своему варианту, не зачитывается.

4 Задания для выполнения курсовой работы по дисциплине

Вариант 1

1. Механическая надежность оборудования и её показатели.
2. Ресиверы и мокрые газгольдеры для накопления и хранения газа.
3. Отстойники и фильтры для разделения суспензий.
4. Поршневой и центробежный компрессоры. Классификация, технические характеристики.
5. Аппараты для мокрой очистки газов.
6. Конкретизировать состав следующих сталей, сплавов и цветных металлов:
Ст1пс; ВСт6сп; Ст80; Ст05; СЧ20; А0; А6; М2; Л62; ЛАБ 60-5-1; БрОЦ 10-2; ВТ 1-1; 10Х17Н15М2Т; Х12М2Ф; 15Х25Т; Х18Н10Т.

Вариант 2

1. Конструктивное совершенство оборудования и его показатели.
2. Изотермические резервуары для хранения сжиженных газов. Сборники.
3. Центрифуги и гидроциклоны.
4. Поршневые и погружные центробежные насосы.
5. Аппараты для сухой очистки газов.
6. Конкретизировать состав следующих сталей, сплавов и цветных металлов:
БСт2кп; Ст3пс; Ст20; Ст15; ВЧ55; А5; А1; М4; Л58; ЛАН 62-2-1; БрОС 12-2; ВТ 1-00; Х12Н28Ф; 00Х12Н10М3Т; Х15Н15; 12Х18Н5МБ.

Вариант 3

1. Приемка в промышленную эксплуатацию аппаратов, работающих под давлением.
2. Вертикальные и горизонтальные цилиндрические резервуары.
3. Аппараты для промывки твердых фаз.
4. Управление работой насоса.
5. Гранулирование порошкообразных материалов.
6. Конкретизировать состав следующих сталей, сплавов и цветных металлов:
Ст4сп; БСт5пс; Ст15; Ст08; КЧ18; А2; А7; М00; Л60; ЛОС 65-10-5; БрАЖ 10-5; ВТ1-0; 0Х17Н12М3; Х18Н10Т; 15Х10Н12В; 12Х12Н5Ю.

Вариант 4

1. Неметаллические неорганические материалы, применяемые в ТНВ.
2. Шаровые резервуары для хранения жидкостей.
3. Гидравлические и воздушные классификаторы.
4. Классификация транспорта для перемещения газов.
5. Печи кипящего слоя.
6. Конкретизировать состав следующих сталей, сплавов и цветных металлов: Ст2пс; БСт4кп; Ст10; Ст60; СЧЦ-1; А4; А3; М0; Л56; ЛАБ 66-6-2; БрАЖН 8-4-4; ВТ 1-1; 0Х15Н10Г6Т; 12Х24Н12Ю; 10Х20Н10Т; ХН65МВ.

Вариант 5

1. Органические материалы, используемые для изготовления аппаратуры
2. Оборудование резервуаров для хранения жидкостей.
3. Фильтровальные перегородки. Их применение и выбор.
4. Центробежные, осевые и мельничные вентиляторы и их подбор.
5. Современные агрегаты (КС, БГС, сферомайзеры, РКСТ) для сушки, прокалки и гранулирования солей.
6. Конкретизировать состав следующих сталей, сплавов и цветных металлов:
БСт6пс; Ст2кп; Ст20; Ст45; СЧ26; А5; А7; М2; Л66; ЛАФ 60-10-2; БрЖН 4-8; ВТ 1-00; 00Х12Н10Г8В; Х14Н12М2Т; 10Х14Н10Д; Х22Н28М2Т.

Вариант 6

1. Коррозия металлов и сплавов. Виды коррозии. Глубинный показатель коррозии.
2. Чугуны, используемые для изготовления аппаратов и их элементов. Маркировка чугунов.
3. Общие характеристики для центробежных насосов.
4. Пневматический транспорт твердых материалов. Гидротранспорт.
5. Оборудование для измельчения твердых материалов.
6. Печи и сушилки как термотехнологическая аппаратура.

Вариант 7

1. Стали, используемые в основной химической промышленности. Маркировка углеродистых и конструкционных сталей
2. Оценка коррозионной стойкости неорганических материалов.
3. Страховые запасы на складах.
4. Классификация транспортеров для перемещения твердых материалов. Общие характеристики непрерывных транспортных машин.
5. Дробилки, применяемые в технологии неорганических веществ.
6. Организация процесса измельчения в технологии.

Вариант 8

1. Легированные стали. Основные легирующие элементы. Маркировка легированных сталей.
2. Листовые защитные покрытия в химическом машиностроении.
3. Управление работой насоса.
4. Трубопроводы для перемещения жидких сред. Запорная и регулирующая арматура.
5. Аппараты для гранулирования паст и расплавов.
6. Вакуум-насосы, используемые в неорганической технологии.

Вариант 9

1. Способы защиты аппаратов от коррозии.
2. Разрушение неметаллических конструкционных материалов неорганического и органического происхождения в агрессивных средах.
3. Цветные металлы в химическом машиностроении. Маркировка различных сортов алюминия, меди, латуни, бронзы и титана.
4. Оценка коррозионной стойкости полимерных материалов.
5. Оборудование складов твердых материалов.
6. Пластинчатые конвейеры. Устройство и расчет.

Вариант 10

1. Пленочные защитные покрытия и приемы их нанесения
2. Ингибиторы коррозии и их применение в неорганической технологии.
3. Огнеупорные материалы, используемые в неорганической технологии.
4. Футеровка аппаратов штучными коррозионно-устойчивыми изделиями. Схемы футеровок.
5. Теплоизоляционные материалы, применяемые при организации технологических схем по производству неорганических продуктов.
6. Скребковые конвейеры. Их расчет и устройство.

5 Вопросы итогового контроля (итоговая аттестация, экзамен)

1. Классификация оборудования, используемого в технологии неорганических веществ.
2. Механическая надежность и конструктивное совершенство оборудования и их показатели.
3. Приемка в эксплуатацию аппаратов, работающих под давлением.
4. Коррозия металлов и сплавов. Виды коррозии. Глубинные показатели коррозии.
5. Разрушение неметаллических конструкционных материалов неорганического и органического происхождения в агрессивных средах.
6. Стали, используемые в основной химической промышленности. Маркировка углеродистых и конструкционных сталей.
7. Легированные стали. Основные легирующие элементы. Маркировка легированных сталей.
8. Чугуны, используемые для изготовления аппаратов и их элементов. Маркировка чугунов.
9. Цветные металлы в химическом машиностроении. Маркировка различных сортов алюминия, меди, латуни, бронзы, титана.
10. Неметаллические неорганические материалы, применяемые в технологии неорганических веществ.
11. Органические материалы, используемые для изготовления аппаратов и их элементов.
12. Способы защиты аппаратов от коррозии. Пленочные защитные покрытия и приемы их нанесения.
13. Листовые защитные покрытия в химическом машиностроении.
14. Футеровка аппаратов штучными коррозионно-устойчивыми изделиями. Схемы футеровок.
15. Ингибиторы коррозии и их применение в неорганической технологии.
16. Огнеупорные материалы, используемые в технологии неорганических веществ.
17. Теплоизоляционные материалы, применяемые при создании схем по производству неорганических продуктов.
18. Оценка коррозионной стойкости неорганических и полимерных материалов.
19. Определение эффективности использования материалов и покрытий.
20. Общие принципы хранения и складирования материалов.
21. Цилиндрические емкости для кислот и олеума.
22. Изотермические резервуары для хранения сжиженных газов. Сборники.
23. Вертикальные и горизонтальные цилиндрические резервуары.
24. Мокрые газгольдеры.
25. Организация и типы складов для твердых веществ.
26. Страховые запасы на складах.
27. Расчет склада по сумме запаса материалов.
28. Гидравлические и пневматические (воздушные) классификаторы.

29. Трубопроводы, запорная и регулирующая арматура.
30. Поршневые насосы.
31. Общие характеристики для центробежных насосов.
32. Консольные центробежные насосы.
33. Погружные центробежные насосы.
34. Управление работой насоса.
35. Центробежные, осевые и мельничные вентиляторы.
36. Классификация компрессоров.
37. Поршневой компрессор. Классификация и механические характеристики.
38. Центробежные компрессоры.
39. Классификация транспорта для перемещения газов.
40. Вакуум-насосы. Классификация и технологическая характеристика.
41. Классификация транспортеров для перемещения твердых материалов и общие характеристики непрерывных транспортных машин.
42. Ленточный конвейер. Устройство и расчеты.
43. Пластинчатый конвейер. Устройство и расчет.
44. Скребковые конвейеры. Устройство и расчет.
45. Ковшовые конвейеры (элеваторы).
46. Винтовые конвейеры. Устройство и расчет.
47. Общие принципы измельчения в технологии неорганических веществ.
48. Пневматический транспорт твердых материалов. Гидротранспорт.
49. Валковые дробилки. Устройство и расчет.
50. Молотковые дробилки. Устройство и расчет.
51. Барабанные мельницы. Устройство и расчет.
52. Щековые и конусные дробилки.
53. Основные понятия о струйных мельницах.
54. Грохочение, как метод разделения веществ. Плоские, валковые, ситовые, барабанные и вибрационные установки.
55. Машины для грохочения порошков.
56. Гранулирование паст и расплавов.
57. Выбор и оснащение схем гранулирования.
58. Барабанный гранулятор-сушилка (БГС).
59. Классификация печей, используемых в технологии неорганических веществ.
60. Барабанные вращающиеся печи.
61. Шахтные печи и их разновидности.
62. Аппараты для гранулирования порошков.
63. Выбор и оснащения схем гранулирования.
64. Печи с кипящим слоем (КС).
65. Камерные печи для сжигания серы и печи башни для сжигания фосфора.
66. Руднотермические электропечи для восстановления фосфора.
67. Классификация горелок и форсунок, устанавливаемых в печах.
68. Классификация сушильных агрегатов.
69. Барабанные вращающиеся сушилки.
70. Распылительные сушилки и аппараты типа РКСТ (гранулятор -сушилка распыливающего типа с кипящим слоем).

71. Пневматические трубы-сушилки.
72. Установки кипящего слоя для сушки неорганических продуктов.
73. Сушильные агрегаты с фонтанирующим слоем.
74. Расчет и выбор топок
75. Классификация топок.
76. Характеристика топок (отдельностоящие, откатные и встроенные агрегаты).
77. Конструктивные элементы топок.
78. Производственные показатели работы фильтров.
79. Фильтровальные перегородки.
80. Барабанные вакуум-фильтры.
81. Ленточные вакуум-фильтры.
82. Карусельные вакуум-фильтры и план-фильтры
83. Дисковые фильтры и нутч-фильтры.
84. Фильтр-прессы, используемые в технологии неорганических веществ.
85. Листовые фильтры. Вспомогательные фильтрующие материалы.
86. Классификация и обозначение центрифуг.
87. Маятниковые центрифуги различного типа
88. Подвесные центрифуги, применяемые в химической технологии.
89. Горизонтальные центрифуги с ножевой выгрузкой осадка.
90. Центрифуги с пульсирующей выгрузкой осадка.
91. Центрифуги со шнековой выгрузкой осадка.
92. Промывка осадка методом вытеснения.
93. Промывка осадка методом разбавления.
94. Многоступенчатая промывка методами вытеснения и разбавления.
95. Выбор аппаратов для разделения суспензий.
96. Характеристика основного подвижного состава. Общее описание гондол, хопперов, думпкаров, платформ и цистерн, эксплуатируемых химической промышленностью.
97. Автомобильный и морской транспорт, используемый в основной химической промышленности.
98. Расчет и выбор реакторов используемых для кислотного разложения фосфатного сырья.
99. Аппараты, применяемые при производстве комплексных удобрений.
100. Оборудование, используемое при нейтрализации кислот. Скоростные аммонизаторы испарители (САИ).
101. Пылеосадительные камеры и циклоны для очистки отходящих газов. Выбор и расчет.
102. Рукавные фильтры и электрофильтры, используемые в процессах очистки газов от пыли и тумана.
103. Скрубберы и абсорберы, применяемые в схемах обезвреживания газов.

Литература

Основная

1. Хуснутдинов В.А., Сайфуллин Р.С., Хабибуллин И.Г. Оборудование производств неорганических веществ. Л.; Химия. 1987. - 248с.
2. Генкин А.Э. Оборудование химических заводов. М.; Высшая школа, 1986.-280с.
3. Тетеревков А.И., Печковский В.В. Оборудование заводов неорганических веществ и основы проектирования. Минск; Вышайшая школа, 1981. - 225с.
4. Иванов Е.В. Оборудование заводов неорганических производств. Л.;Изд. ЛТИ им. Ленсовета, 1980. - 75с.
5. Белов В.Н., Шапкин М.А., Иванов Е.В. Оборудование неорганических производств. Л.;Изд. ЛТИ им. Ленсовета, 1984. - 87с.

Дополнительная

1. Классен П.В., Гришаев И.Г., Шохин И.П. Гранулирование. М.; Химия, 1991.-240с.
2. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений - 6 изд. Л.; Химия, 1989. -252с.
3. Технология фосфорных и комплексных удобрений, под ред. Эвенчика С.Д. и Бродского А.А. М.; Химия, 1987. - 461с.
4. Исламов М.Ш. Проектирование и эксплуатация промышленных печей. Л.; Химия, 1986.-280с.
5. Решетников С.М. Ингибиторы кислотной коррозии. Л.; Химия, 1986. -144с.
6. Жужиков В.А. Фильтрование, теория и практика разделения суспензий. М.; Химия, 1980.-400с.

Кафедра технологии неорганических веществ и минеральных удобрений

Методические указания
для студентов заочной формы обучения
специальности «Химическая технология неорганических веществ»

Расчет и выбор материалов и оборудования при проектировании

Михаил Анатольевич Шапкин

Отпечатано с оригинал макета. Формат 60x90 ¹/₁₆
Печ. л. 1.125. Тираж 50 экз.

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

190013, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 26