

Министерство здравоохранения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический
университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГБОУ ВО СПбХФУ Минздрава России)

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Решением совета факультета промышленной
технологии лекарств,
протокол от 21.06.2019 № 9

Проректор по учебной работе
Ю.Г. Ильинова

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Процессы и аппараты в производстве готовых лекарственных средств и
фармацевтических субстанций»**

Дисциплина «Процессы и аппараты в производстве готовых лекарственных средств и фармацевтических субстанций» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования - магистратуры по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (Процессы и аппараты фармацевтических производств) в очной форме обучения на русском языке.

Место дисциплины в образовательной программе: Дисциплина «Процессы и аппараты в производстве готовых лекарственных средств и фармацевтических субстанций» реализуется во втором и третьем семестре в рамках вариативной части дисциплин (модулей) Блока 1 и является базовой для освоения дисциплин и практик: Б1.В.05 «Массообменные процессы», Б1.В.07 «Квалификация технологического оборудования и валидация технологических процессов», Б1.В.08 «Безопасность технологических процессов фармацевтических производств», Б2.В.02.01(П) «Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика)», Б2.В.03(Пд) «Преддипломная практика»

Дисциплина «Процессы и аппараты в производстве готовых лекарственных средств и фармацевтических субстанций» направлена на формирование компетенций:

ПК-4 Готовностью к решению профессиональных производственных задач - контролю технологического процесса, разработке норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, к выбору оборудования и технологической оснастки, в части следующих индикаторов ее достижения:	
ПК-4.1	обосновывает выбор технологии проведения процесса
ПК-4.5	использует знания об особенностях протекания технологических процессов для расчёта оборудования, предназначенного для проведения этих процессов
ПК-5 Готовностью к совершенствованию технологического процесса - разработке мероприятий по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов и изысканию способов утилизации отходов производства, к исследованию причин брака в производстве и разработке предложений по его предупреждению и устранению, в части следующих индикаторов ее достижения:	
ПК-5.1	систематизирует и обобщает информацию о технологическом процессе с целью повышения его эффективности

Перечень основных разделов дисциплины

Семестр 2. Гидродинамика.

Основные отношения в механике жидкости. Поверхностная массовая скорость. Системы с несколькими входами и выходами. Расчёт диаметра трубопровода. Расчёт скоростей потоков. Расчёт объёмных и массовых расходов жидкости.

Баланс механической энергии. Американские инженерные единицы и система СИ. Энтальпия системы. Кинетическая энергия жидкости для ламинарного и турбулентного потоков. Потенциальная энергия жидкости. Потери энергии на трение. Работа вала. Мощность насоса. Расчет увеличения давления насосом. Сопло.

Баланс сил. Оборудование для подачи текучей среды. Трубопроводы. Размеры труб. Номинальный диаметр и «номер» труб. Клапаны. Насосы. Компрессоры. Расчёт потерь на трения. Коэффициент трения Фаннинга. Коэффициент шероховатости труб. Уравнение Хагена-Пуазейля для расчёта коэффициента трения в ламинарном режиме. Уравнение Павлова для расчёта коэффициента трения в турбулентном режиме.

Расчёт потерь на трение от трубопроводной арматуры. Метод эквивалентной длины. Метод скоростной головки. Несжимаемый поток. Однотрубные системы.

Истечение жидкости из сосуда и трубы. Необходимые допущения для расчёта объёмного расхода жидкости. Функция Solve для решения сложных уравнений.

Многотрубные системы. Расход и разность давлений в трубах. Расчёт объёмного расхода в трубах: решение систем уравнений.

Сжимаемые потоки. Расчёт плотности газа и температуры для изотермического и адиабатического потоков. Уравнение Эргуна. Критический поток: предел максимальной скорости жидкости (газа). Критическое давление. Критическая (максимальная) поверхностная массовая скорость газа.

Чистый гидравлический напор. Требуемый кавитационный запас. Кавитация. Правила монтажа насоса в линии. Методы увеличения NPSH_A.

Работа компрессора, рабочие характеристики компрессоров. Кривая производительности центробежного компрессора. Двухступенчатая конфигурация компрессора.

Семестр 3. Тепловые процессы.

Основные зависимости при расчёте теплообменников. Основные конфигурации подачи технологических тепловых потоков. Противоточный поток. Средняя логарифмическая разность температур. Однонаправленные потоки. Диаграмма T-Q. Потоки с изменениями фазы. Нелинейные зависимости Q от T. Общий коэффициент теплоотдачи, U. 3 Изменение разности температур и коэффициентов теплопередачи вдоль теплообменника.

Дизайн и характеристики теплообменного оборудования. Кожухотрубный теплообменник. Основные компоненты теплообменника. Конфигурации оболочки. Конфигурации труб и трубных решёток. Обозначения ТЕМА для оболочечных теплообменников. Соединения между трубной решёткой и трубами. Шаблоны компоновки для труб. Фиксированные и плавающие трубные решётки. Перегородки. Движение потока в межтрубном пространстве. Влияние перегородки на рисунок потока жидкости в межтрубном пространстве. Принципы распределения потоков в трубном и межтрубном пространствах. Выбор типа корпуса. Коррекция показателя LMTD для нескольких проходов и труб. Базовая конфигурация одно и двухпроходного теплообменника. Поправочный коэффициент LMTD. Теплообменник с перекрёстным потоком. Примеры конфигураций теплообменника газ-газ с поперечными каналами. Коррекция LMTD и фазовый переход.

Коэффициенты теплоотдачи на выходе. Температурные профили для двух жидкостей, обменивающихся теплом через композитную или многослойную стенку. Оценка индивидуальных коэффициентов теплопередачи и сопротивлений обростания.

Сопротивление теплопередачи из-за загрязнений. Типичные коэффициенты загрязнения для потоков в теплообменниках. Теплопроводность металлов и свойства труб. Размеры труб теплообменников. Зависимости для определения коэффициентов теплопередачи плёнки. Уравнение Сейдер-Тейт. Уравнение Диттуса-Болтера. Уравнение Хаузена.

Поток со стороны оболочки. Коэффициент теплопередачи со стороны оболочки. Уравнение Жукаускаса. Средняя температура плёнки T_f . Метод Керна для определения теплопередачи на стороне оболочки.

Теплоотдача при кипении. Типичная кривая кипения. Точка Лейденфрота. Режим плёночного кипения. Уравнение Зубера для нахождения критического теплового потока. Расчет теплового потока для режима пузырькового кипения.

Испарение в вертикальных трубах. Расчет коэффициентов теплопередачи в режиме плёночного кипения.

Теплопередача при конденсации. Общие принципы определения коэффициента теплопередачи при конденсации. Конденсация жидкости на плоской вертикальной пластине и трубе. Уравнение Нуссельта для определения среднего коэффициента теплопередачи по длине.

Способы расширения поверхности теплообмена. Оребрение труб. Эффективность ребра. Прямоугольное ребро с постоянной толщиной. Кольцевое ребро. Узкое треугольное ребро. Общая эффективность поверхности теплопередачи.

Проектирование теплообменников. Алгоритм проектирования теплообменных аппаратов. Компромисс между величиной падения давления и площадью поверхности. Проблемы производительности.

По дисциплине предусмотрены лекции, практические и лабораторные занятия, консультации и самостоятельная работа, а также курсовой проект. Самостоятельная работы включает изучение материала по предмету, подготовку к практическим и лабораторным занятиям, выполнение расчётов в ходе курсового проектирования.

Общий объем дисциплины – 6 зачётных единиц (216 часов)

Правила аттестации по дисциплине

Текущий контроль осуществляется на практических занятиях и заключается в решении задач и оформлении отчётов по результатам практических занятий. Результаты оцениваются с помощью балльно-рейтинговой системы. Получение более 480 баллов из максимальных 800 баллов (60%) по результатам текущего контроля во втором семестре, и получение более 360 баллов из максимальных 600 баллов (60%) по результатам текущего контроля в третьем семестре, являются одним из условий допуска к прохождению промежуточной аттестации.

По дисциплине выполняется курсовой проект по расчёту параметров теплообменного оборудования. По результатам аттестации по курсовому проекту выставляется оценка:

- «не зачтено» (ниже 600 баллов);
- «удовлетворительно» (601-750 баллов);
- «хорошо» (751-900 баллов);
- «отлично» (901 – 1000 баллов)

Оценки «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» означают успешное выполнение курсового проекта. Аттестация по курсовому проекту осуществляется в период текущего обучения.

Промежуточная аттестация по дисциплине во втором семестре проводится в форме зачёта, в третьем семестре в форме экзамена, на которые представляется портфолио, сформированное в ходе изучения дисциплины и включающее результаты текущего

контроля (отчёт по практическим работам, отчёт с решением индивидуальных задач, результаты тестирования (для 2 семестра)).

По результатам аттестации по дисциплине «Процессы и аппараты в производстве готовых лекарственных средств и фармацевтических субстанций» во втором семестре выставляется оценка «зачтено/не зачтено», в 3 семестре выставляется оценка:

- «не зачтено» (ниже 600 баллов);
- «удовлетворительно» (601-750 баллов);
- «хорошо» (751-900 баллов);
- «отлично» (901 – 1000 баллов)

Оценки «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» означают успешное освоение дисциплины.

Если по итогам проведенной промежуточной аттестации компетенция не сформирована на уровне требований к дисциплине (результаты обучающегося не соответствуют критерию сформированности компетенции), обучающемуся выставляется оценка «не зачтено».

Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Процессы и аппараты в производстве готовых лекарственных средств и фармацевтических субстанций» в электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России: Сорокин В.В., Рубцова Л.Н. Процессы и аппараты в производстве готовых лекарственных средств и фармацевтических субстанций [Электронный ресурс]: электронный учебно-методический комплекс Сорокин В.В., Рубцова Л.Н.; ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. – Санкт-Петербург, [2019]. – Режим доступа: <http://edu.spcfu.ru/course/view.php?id=1258>