

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

| Теория газовых центрифуг | | | |
|--|--|---------------|---|
| Направление подготовки/ специальность | 14.03.02 - Ядерные физика и технологии | | |
| Образовательная программа (направленность (профиль)) | Ядерные физика и технологии | | |
| Специализация | Физика кинетических явлений | | |
| Уровень образования | высшее образование - бакалавриат | | |
| Курс | 4 | семестр | 8 |
| Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах) | 3 | | |
| Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры |  | А.Г. Горюнов | |
| Руководитель ООП |  | П.Н. Бычков | |
| Преподаватель |  | С.Н. Тимченко | |

2020г.

1. Роль дисциплины «Теория газовых центрифуг» в формировании компетенций выпускника:

| Элемент образовательной программы (дисциплина) | Семестр | Код компетенции | Наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенций | | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций) | | | |
|--|---------|-----------------|--|-----------------------------------|--|---|---|-------------|---|
| | | | | Код индикатора | Наименование индикатора достижения | Код | Наименование | | |
| Теория газовых центрифуг | 8 | ПК(У)-2 | Способен проводить математическое моделирование процессов и объектов атомной отрасли с использованием стандартных методов проектирования и анализа | И.ПК(У)-2.6 | Демонстрирует знание и понимание динамики физических процессов, происходящих в разделительной установке | ПК(У)-2.6В1 | Владеет опытом проведения физических расчетов параметров разделительных элементов, расчетов термодинамических и кинетических коэффициентов; обработки результатов этих расчетов и экспериментов; интерпретации полученных результатов в рамках изученных закономерностей. | | |
| | | | | | | ПК(У)-2.6У1 | Умеет определять массовую и объёмную производительность, применять законы кинетики и динамики для прогнозирования протекания нестационарных процессов в разделительных установках | | |
| | | | | | | ПК(У)-2.631 | Знает теоретические основы теории разделения, компьютерные тренажеры разделительного производства | | |
| | | ПК(У)-7 | Способен к расчету и проектированию деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием | И.ПК(У)- 7.1 | Проводит обоснованный выбор, расчет и проектирование деталей, узлов, и приборов установок различного целевого назначения | ПК(У)-7.1У5 | Умеет определять конструкционные характеристики газовой центрифуги, напряжение материала в роторе, проверять материал ротора на растяжение и разрыв, проводить упрочнение ротора | | |
| | | | | | | И.ПК(У)-7.3 | Применяет программное обеспечение для расчета каскадов и проведения тестовых расчетов | ПК(У)-7.3В1 | Владеет опытом анализа влияния осевой циркуляции газа, параметров и профиля циркуляционного потока на эффект разделения |
| | | | | | | | | ПК(У)-7.3У1 | Умеет применять численные и аналитические методы определения внутренних параметров каскада по заданным внешним параметрам |
| | | ПК(У)-7.331 | Знает компоновку газовых центрифуг в технологической схеме | | | | | | |

2. Показатели и методы оценивания

| Планируемые результаты обучения по дисциплине | | Индикатор достижения компетенции | Наименование раздела дисциплины | Методы оценивания (оценочные мероприятия) |
|---|--|--|---|---|
| Код | Наименование | | | |
| РД1 | Студент должен знать основы понятия и определения теории разделения бинарных смесей изотопов; Элементы конструкции газовой центрифуги; Физику разделения изотопов в газовой центрифуге; Аналитические методы описания движения газа в роторе газовой центрифуги; | ПК(У)-2.6 И.ПК(У)- 7.1 И.ПК(У)-7.3 | Раздел (модуль) 1. Основные понятия и определения теории разделения бинарных смесей изотопов Раздел (модуль) 2. Механика ротора центрифуги Раздел (модуль) 3 Физика разделения изотопов в газовой центрифуге Раздел (модуль) 4. Методы описания движения газа в роторе | Экзамен, экспертная оценка преподавателя |
| РД2 | Студент должен уметь формулировать основные понятия в теории центробежного метода разделения изотопов; объяснять физические закономерности, происходящие при разделении изотопов урана в роторе газовой центрифуги; объяснять конструкционные особенности центрифуг; формулировать преимущества и недостатки центробежного метода разделения; формулировать перспективы развития центробежного метода разделения; подбирать способы решения поставленной задачи по заданным условиям работы разделительной установки; определять последовательность и проводить расчет основных параметров установки для разделения изотопов урана; определять физико-химические характеристики разделительного процесса и критически их оценивать; использовать прикладные программы для моделирования и расчета разделительных установок с использованием ЭВМ. | ПК(У)-2.6 И.ПК(У)- 7.1 И.ПК(У)-7.3 | Раздел (модуль) 1. Основные понятия и определения теории разделения бинарных смесей изотопов Раздел (модуль) 2. Механика ротора центрифуги Раздел (модуль) 3 Физика разделения изотопов в газовой центрифуге Раздел (модуль) 4. Методы описания движения газа в роторе | Экзамен, экспертная оценка преподавателя |
| РД3 | Студент должен владеть методиками проведения теоретических расчетов и моделирования процессов изотопного разделения с использованием компьютерной техники. | ПК(У)-2.6 И.ПК(У)- 7.1 И.ПК(У)-7.3 | Раздел (модуль) 1. Основные понятия и определения теории разделения бинарных смесей изотопов Раздел (модуль) 2. Механика ротора центрифуги Раздел (модуль) 3 Физика разделения изотопов в газовой центрифуге | Экзамен, экспертная оценка преподавателя |

| | | | | |
|--|--|--|---|--|
| | | | Раздел (модуль) 4. Методы описания движения газа в роторе | |
|--|--|--|---|--|

3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

| % выполнения задания | Соответствие традиционной оценке | Определение оценки |
|----------------------|----------------------------------|--|
| 90%÷100% | «Отлично» | Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному |
| 70% - 89% | «Хорошо» | Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов |
| 55% - 69% | «Удовл.» | Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов |
| 0% - 54% | «Неудовл.» | Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям |

Шкала для оценочных мероприятий экзамена

| % выполнения заданий экзамена | Экзамен, балл | Соответствие традиционной оценке | Определение оценки |
|-------------------------------|---------------|----------------------------------|--|
| 90%÷100% | 18 ÷ 20 | «Отлично» | Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному |
| 70% - 89% | 14 ÷ 17 | «Хорошо» | Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов |
| 55% - 69% | 11 ÷ 13 | «Удовл.» | Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов |

| | | | |
|----------|--------|------------|---|
| 0% - 54% | 0 ÷ 10 | «Неудовл.» | Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям |
|----------|--------|------------|---|

4. Перечень типовых заданий

| | Оценочные мероприятия | Примеры типовых контрольных заданий |
|----|----------------------------|---|
| 1. | Реферат | <p>Тематика рефератов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Изотопы в ядерной энергетике 2. Применение изотопов в медицине 3. Изотопы в термоядерной энергетике 4. Основные методы анализа изотопов 5. Методы получения радиоактивных изотопов 6. Изотопы в фундаментальной физики 7. Применение изотопов в химии и биологии. 8. Оптические методы получения изотопов 9. Электромагнитный и плазменный метод получения изотопов. 10. Физико-химические методы получения изотопов 11. Разделительное сопло |
| 2. | Контрольная работа | <p>Вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Способы возбуждения циркуляционного течения 2. Максимальная разделительная способность центрифуги 3. Умножение радиального эффекта разделения в осевом направлении 4. Основные характеристики разделительного элемента 5. Напряжений возникающие в ГЦ. Выбор материала ротора 6. Количество рабочего газа в центрифуге и его распределение по объему ротора 7. Равновесный эффект разделения в поле центробежных сил 8. Количество рабочего газа в центрифуге и его распределение по объему ротора 9. Конструкция стандартной центрифуги 10. Работа ГЦ в безотборном режиме. Коэффициенты использования потока. 11. Влияние на коэффициент разделения основных параметров течения газа. 12. Разделительная способность. Способы ее оценки и факторы, влияющие на коэффициент разделения. 13. КПД газовой центрифуги. Факторы, влияющие на КПД. 14. Уравнение движения газа в роторе ГЦ в состоянии квазитвердого вращения. 15. Уравнение конвективной диффузии. Коэффициенты уравнения переноса. 16. Течение в слое Экмана. 17. Течение в зоне невязкого ядра. 18. Симметричное и антисимметричное течение. Граничные условия. Принцип суперпозиции |
| 3. | Защита лабораторной работы | <p><i>Лабораторная работа 1. Вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Равновесный эффект разделения в поле центробежных сил 2. Диффузия в поле центробежных сил 3. Умножения радиального эффекта разделения в осевом направлении 4. Механическая циркуляция |

5. Тепловая циркуляция
6. Количество газа и его распределение по объему ротора газовой центрифуги

Лабораторная работа 2. Вопросы:

1. Мольно-долевая и массовая концентрация и связь между ними
2. Первичный коэффициент разделения, первичный коэффициент обогащения. Связь между ними
3. Полный коэффициент обогащения
4. Производительность
5. Потенциал разделения
6. Функция ценности
7. КПД газовой центрифуги

3 Лабораторная работа 3. Вопросы:

1. Предельные окружение скорости вращения ротора
2. Подкритические и надкритические центрифуги
3. Однородный ротор
4. Неоднородный надкритический ротор

Лабораторная работа 4. Вопросы:

1. Механические свойства различных материалов
2. Предел прочности
3. Методика определения максимальной предельной нагрузки
4. Модуль упругости
5. Методика определения модуля упругости
6. Погрешности измерений

Лабораторная работа 5. Вопросы:

7. Квазитвердое вращение газа
8. Особенности течения конвекции газа внутри ротора
9. Разделение в безотборном режиме
10. Режим работы с отбором
11. Влияние потока питания
12. Влияние параметров течения газа на разделение изотопов

Лабораторная работа 6. Вопросы:

13. Особенности работы центрифуг в ступени
14. Эффективность разделения ступени
15. Параметры и уравнения каскада
16. Критерии эффективности каскадов
17. Расчёт каскада заданной формы
18. Разделительная способность каскада

| | | |
|----|---------|---|
| | | <p>19. Идеальный каскад с симметричными ступенями</p> <p>20. Идеальный каскад с несимметричными ступенями</p> |
| 4. | Экзамен | <p>Вопросы на экзамен:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Изотопы основные понятия и классификация. 2. Классификация изотопных эффектов. Развитие технологии разделения изотопов урана 3. Свойства изотопов и область их применения 4. Центробежный метода разделения. Отличия и преимущества центрифужного метода 5. Основные характеристики разделительного элемента. Потенциал разделения. Функция ценности. Единица работы разделения. 6. Предельные окружение скорости вращения ротора. Подкритические и надкритические центрифуги 7. Конструкция стандартной центрифуги. Однородный ротор. Неоднородный надкритический ротор. Упрочнение ротора. 8. Конструкция стандартной центрифуги. Верхняя и нижняя опоры. Крышки, диафрагмы. Молекулярное уплотнение. 9. Скорость разделения изотермических газовых смесей в поле сил тяжести при низких давлениях. 10. Разделение газовых смесей в поле сил тяжести с учетом перемешивания 11. Равновесный эффект разделения в поле центробежных сил. Диффузия в поле центробежных сил 12. Умножения радиального эффекта разделения в осевом направлении. Механическая циркуляция. Тепловая циркуляция 13. Максимальная разделительная способность центрифуги 14. Количество газа и его распределение по объему ротора газовой центрифуги 15. Свойства сверхзвукового вращающегося потока. Устойчивость течения в центрифуге 16. Уравнение конвективной диффузии. Метод усреднения по радиусу. Разделение в безотборном режиме. 17. Уравнение конвективной диффузии. Метод усреднения по радиусу. Режим работы с отбором. 18. Уравнение конвективной диффузии. Метод усреднения по радиусу. Влияние потока питания. 19. КПД газовой центрифуги 20. Влияния циркуляционного потока на разделение в газовой центрифуге. Двухблочный профиль циркуляции. 21. Уравнение движение газа в цилиндрической системе координат. Квазитвердое вращение газа. 22. Уравнение движение газа в цилиндрической системе координат. Особенности течения конвекции газа внутри ротора. 23. Симметричные и антисимметричные течения и соответствующие им граничные условия 24. Метод согласования асимптотических разложений 25. Медленные и крупномасштабные течения. Структура конвекции. Пограничные слои. 26. Движение газа в ядре течения 27. Движение газа в торцевых пограничных слоях. Соотношение теплового ветра, скорость накачки (всасывания). 28. Движение газа в боковом пограничном слое 29. Движение газа в бесконечно длинной газовой центрифуге. 30. Влияние параметров течения газа на разделение изотопов |

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>31. Численные методы расчета характеристик течения газа. Какие физические модели используются при описании движения газа в различных областях течения</p> <p>32. Моделирование газоотборника</p> <p>33. Связь рабочих параметров центрифуги с рабочими параметрами каскада.</p> <p>34. Особенности работы центрифуг в ступени</p> <p>35. Эффективность разделения ступени</p> <p>36. Параметры и уравнения каскада</p> <p>37. Критерии эффективности каскадов</p> <p>38. Расчёт каскада заданной формы</p> <p>39. Разделительная способность каскада</p> <p>40. Идеальный каскад с симметричными ступенями</p> <p>41. Идеальный каскад с несимметричными ступенями</p> |
|--|--|---|

4. Методические указания по процедуре оценивания

| | Оценочные мероприятия | Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания |
|----|----------------------------|--|
| 1. | Презентация | устно в соответствии с требованиями ТПУ |
| 2. | Реферат | письменно |
| 3. | Контрольная работа | письменно, с ответами на дополнительные устные вопросы |
| 4. | Защита лабораторной работы | устный опрос для получения допуска к работе, защита отчета по итогам ее выполнения |
| 5. | Экзамен | подготовка письменно, ответы на вопросы билета и дополнительные вопросы устно |