

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования «Белорусский государственный  
технологический университет»

Кафедра машин и аппаратов химических и силикатных производств

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор БГТУ

А.А. Сакович

“29” 02 2024 г.

Регистр. № 32 - 2024 / ГЭ

**ПРОГРАММА**

**государственного экзамена по специальности**

**1-36 07 01 «Машины и аппараты химических производств и предприятий  
строительных материалов»**

**специализации 1-36 07 01 01 «Машины и аппараты химических производств»**

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-36 07 01-2019, утвержденного и введенного в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь №107 от 17.07.2019 г., и учебных планов специальности 1-36 07 01 «Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов», утвержденных ректором БГТУ 29.06.2018 г. рег. № 36-1-003/пр.-уч. (очная форма обучения), 29.06.2019 г. рег. № 2018-98-01/3Ф (заочная форма обучения), 28.06.2019 г. рег. № 36-1-009-С/пр.-уч. (заочная форма обучения, интегрированная с образовательными программами среднего специального образования).

Рассмотрена и рекомендована для утверждения на заседании кафедры МиАХиСП «29» февраля 2024 г., протокол № 6.

Составители – доц., к.т.н. Петров О.А.  
проф., д.т.н. Вайтехович П.Е.  
доц., к.т.н. Францкевич В.С.

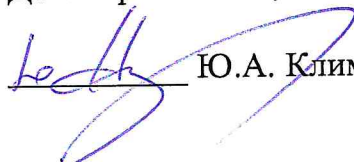
Зав. каф. МиАХиСП  
доц., к.т.н.



В.С. Францкевич

Одобрена Советом факультета химической технологии и техники  
«29» 02 2024 г., протокол № 6.

Декан ф-та ХТиТ, к.т.н., доцент



Ю.А. Климош

## ВВЕДЕНИЕ

Государственный экзамен по специальности (специализации) введен в соответствии с образовательным стандартом по специальности 1-36 07 01 «Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов», который предусматривает итоговую государственную аттестацию студентов в виде государственного экзамена по специальности (специализации) и защиты дипломного проекта в государственной экзаменационной комиссии.

Государственный экзамен проводится на заключительной стадии подготовки инженера-механика после изучения и сдачи экзаменов по всем дисциплинам, включаемым в учебный план. Основная цель экзамена – проверка выживаемости знаний по базовым дисциплинам, которые формируют будущего специалиста данной специализации. Важной задачей экзамена является проверка умения использовать полученные знания для решения конкретных технических задач.

В перечень базовых дисциплин включены как специальные, так и общепрофессиональные дисциплины. К таким дисциплинам для специализации 1-36 07 01 01 «Машины и аппараты химических производств» относятся:

- расчет и конструирование машин и агрегатов;
- процессы и аппараты химических производств;
- машины и аппараты химических производств;
- эксплуатация, ремонт и монтаж машин и оборудования.

Программа также включает отдельные вопросы по дисциплинам, которые характеризуют особенности специализации 1-36 07 01 01 «Машины и аппараты химических производств».

## 1. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

Государственный экзамен проводится в письменной форме. Каждый экзаменационный билет составлен по одной машине (аппарату). Билет включает пять вопросов, которые охватывают все базовые дисциплины, перечисленные в предыдущем пункте. Минимум содержания рабочих программ по каждой из базовых дисциплин приведен ниже.

**Детали машин и основы конструирования.** Виды механических передач и области их использования. Кинематические, геометрические и силовые соотношения в передачах. Редукторы, вариаторы, муфты. Оси, валы, методы их конструирования и расчета на прочность и жесткость. Виды подшипников, условия их использования, критерии трудоспособности. Компоновка кинематической схемы, условные обозначения элементов кинематических схем.

**Расчет и конструирование машин и агрегатов.** Основные методы и приемы рационального конструирования машин и аппаратов. Определение расчетных нагрузок и схемы нагружения. Выбор конструкционных материалов и допустимых напряжений. Расчет на прочность, жесткость и устойчивость типичных и оригинальных деталей машин и аппаратов от воздействия статических и динамических нагрузок. Колебания и биения элементов конструкций, проектирование виброизоляторов. Расчет и конструирование медленно и быстро вращающихся оболочек.

**Основные процессы химической технологии.** Гидромеханические методы разделения неоднородных систем. Перемешивание в жидких средах. Способы передачи тепла и виды теплоносителей. Методы выпаривания. Основные массообменные процессы (абсорбция, ректификация, адсорбция, десорбция, экстракция, кристаллизация) и аппараты для их осуществления. Основы процесса сушки. I-x диаграмма и ее практическое использование. Теория горения топлива. Устройство топок и конструкции печей. Способы интенсификации тепло- и массообмена. Снижение энергозатрат на проведение процессов. Тепловые и гидродинамические режимы, материальный и тепловой баланс аппаратов. Выбор вспомогательного оборудования и составление технологических схем установок.

**Машины и аппараты химических производств.** Конструкции и принцип действия машин для измельчения, классификации и смешивания материалов, области их использования. Особенности конструкций машин и аппаратов для разделения неоднородных систем. Аппараты для осуществления тепло-массообменных процессов. Реакционные аппараты. Оборудование для переработки полимерных материалов. Новые направления в разработке машин и аппаратов. Методы расчета производительности и мощности привода непрерывно и периодически работающих машин и аппаратов, оценка влияния различных факторов на эти параметры. Критерии эффективности проведения процессов, пути ее повышения. Направления и способы снижения энергетических затрат на проведение процессов. Оптимизация технологических и конструктивных параметров машин и аппаратов, определение оптимальных скоростей движения рабочего органа. Компоновка кинематических схем привода. Определение нагрузок, которые действуют на элементы конструкций, составление расчетных схем.

**Эксплуатация, ремонт и монтаж машин и оборудования.**  
Эксплуатационные свойства, надежность оборудования. Организация технического обслуживания и ремонта. Методы и виды ремонта. Дефектовка, балансировка, комплектование и сборка оборудования. Способы восстановления изношенных деталей. Смазка и смазочные материалы. Монтажные приспособления, способы монтажа, испытания оборудования.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ОБЗОРНЫХ ЛЕКЦИЙ

№ п/п	Тема и план лекции
1	<u>Общие принципы определения технологических параметров машин.</u> Производительность и мощность привода непрерывно и периодически работающих машин, время цикла, математический метод среднего, диаграммы мощности. Пути снижения энергозатрат.
2	<u>Критерии эффективности механических и гидромеханических процессов.</u> Степень измельчения, эффективность грохочения и сепарации, коэффициент вариации. Влияние различных факторов, возможность регулирования и повышения эффективности. Показатели качества продукции для формовочных машин и способы их повышения.
3	<u>Определение оптимальных скоростей рабочего органа и оптимального режима работы аппаратов.</u> Влияние условий проведения процесса, силовых факторов на скорость движения рабочих органов. Примеры построения расчетных схем и определение частоты вращения. Связь между скоростью движения, производительностью, мощностью привода. Определение оптимального режима работы технологических установок.
4	<u>Компоновка кинематической схемы привода.</u> Определение общего передаточного числа, разбивка его по ступеням. Выбор редукторов, вариаторов. Условные обозначения на схемах. Обоснование выбора подшипников. Новые типы механических передач. Упрощение и оптимизация кинематических схем.
5	<u>Тепловые процессы и установки.</u> Виды теплообмена, перспективы использования различных теплоносителей. Составление материального и теплового баланса агрегатов. Построение идеального и реального процесса сушки по I-x диаграмме. Направления и способы энергосбережения. Подбор вспомогательного оборудования, составление технологических схем тепловых установок.
6	<u>Расчет на прочность.</u> Определение нагрузок на элементы конструкций, составление расчетных схем. Последовательность расчета элементов конструкций на прочность и устойчивость. Расчет статически неопределенных систем. Учет динамических нагрузок.
7	<u>Эксплуатация, ремонт и монтаж.</u> Надежность оборудования. Способы дефектовки деталей. Методы восстановления изношенных деталей. Смазка и смазочные материалы. Монтажные инструменты, способы монтажа, испытания оборудования.

Всего: 16 часов

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Машины и аппараты химических производств: учеб. пособие для ВУЗов / Б. Г. Балдин [и др.]; под общ. ред. А. С. Тимонина. – Калуга: Изд - Н. Ф. Бочкаревой, 2007. – 872 с.
2. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии"; [под общ. ред. А. С. Тимонина] Калуга: Ноосфера, 2017. – 947 с.
3. Поникаров, И. И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки. Учебник / И. И. Поникаров, М. Г. Гайнуллин. – М.: Альфа-М, 2006. – 608 с.
4. Разинов, А.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов / А.И. Разинов, А.В. Клинов, Г.С. Дьяконов. – Издательство «Лань», 2023. – 688 с.
5. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А. Г. Касаткин. – М.: Альянс, 2005. – 751 с.
6. Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. В 2-х кн. / Ю. И. Дытнерский. – М.: Химия, 1995. – 399 с. + 368 с.
7. Тимонин, А. С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования. Справочник. Т. 1 / А.С. Тимонин. – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2002. – 852 с.
8. Лащинский, А. А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Справочник /А. А. Лащинский, А. Р. Толчинский. – М.: Альянс, 2008. – 752 с.
9. Ермаков, В. И. Ремонт и монтаж химического оборудования. / В.И. Ермаков, В.С. Шеин – Л.: Химия, 1981.
10. Машины и аппараты химических производств, [Электронный ресурс], учебно-методический комплекс для студентов специальности 1-36 07 01 "Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов" специализации 1-36 07 01 01 "Машины и аппараты химических производств", [сост.: Н.В. Гуляев, О.А. Петров], Минск: БГТУ, 2012. – Электронные учебно-методические комплексы преподавателей Белорусского государственного технологического университета, Минск: БГТУ, 2012, 10,0 МБ.
11. Балдин, В. А. Детали машин и основы конструирования. Передачи. / В.А. Балдин, В.В. Галевко. – М.: Академкнига, 2006. – 332 с.
12. Тимингс, Р. Л. Справочник инженера-механика // Р.Л. Тимингс, пер. с англ. под ред. И. Ю. Шкадиной – М.: Техносфера, 2008. – 629 с.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВКЛЮЧАЕМЫХ В БИЛЕТЫ ПО  
ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ

1. Конструкция и принцип действия машины (аппарата). Компоновка кинематической схемы привода машины (технологической схемы установки).
2. Анализ основных показателей работы оборудования.
  - 2.1. Показатели эффективности работы машины (аппарата) и способы ее повышения.
  - 2.2. Производительность машины (аппарата), возможности ее регулирования и повышения.
  - 2.3. Энергетические затраты на проведение процесса в машине (аппарате), направления их снижения.
3. Обоснование выбора подшипников и конструкционных материалов для основных узлов технологических машин и аппаратов.
4. Расчет на прочность основных деталей и узлов технологического оборудования.
5. Эксплуатация, ремонт и монтаж машин и аппаратов.



ПЕРЕЧЕНЬ МАШИН (АППАРАТОВ), ВКЛЮЧАЕМЫХ В  
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ ПО ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ

1. Валковая дробилка
2. Молотковая дробилка.
3. Роторно-ножевой измельчитель.
4. Дезинтегратор.
5. Барабанная стержневая мельница.
6. Бисерная мельница.
7. Дисковая мельница.
8. Вибрационный грохот.
9. Барабанный смеситель периодического действия.
10. Двухроторный лопастной смеситель.
11. Резинообрабатывающие вальцы.
12. Червячный экструдер.
13. Литьевая машина (термопластавтомат).
14. Многоступенчатый поршневой компрессор.
15. Барабанный вакуум-фильтр.
16. Ленточный вакуум-фильтр.
17. Фильтрующая центрифуга с поршневой выгрузкой осадка.
18. Насадочный абсорбер.
19. Ректификационная колонна с клапанными тарелками.
20. Распылительный скруббер.
21. Роторный выпарной аппарат.
22. Барабанная сушилка.
23. Трубчатая печь.
24. Жидкофазный реактор с мешалкой.
25. Газожидкостной барботажный реактор.
26. Каталитический лифт-реактор.