

Учреждение образования «Белорусский государственный  
технологический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор БГТУ

А.А. Сакович

“ 10 ” 03 2024 г.

Регистр. № 55 - 10044 / 12

**ПРОГРАММА**

**государственного экзамена по специальности**

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

**по совместной образовательной программе**

**УО «Белорусский государственный технологический университет» с**

**Ташкентским химико-технологическим институтом**

**(для граждан Республики Узбекистан)**

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 учебного плана специальности 1-36 07 01 «Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов» совместной образовательной программы УО «Белорусский государственный технологический университет» с Ташкентским химико-технологическим институтом (для граждан Республики Узбекистан), утвержденного ректором БГТУ 28.06.2019 г. рег. № 36-1-001/СОП (заочная форма обучения).

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

Составители – доц., к.т.н. Петров О.А.  
доц., к.т.н. Францкевич В.С.

Зав. каф. МиАХиСП  
доц., к.т.н.



В.С. Францкевич

Одобрена методической комиссией факультета заочного образования «20» марта 2024 г., протокол № 7.

Декан ф-та заочного образования, доц., к.т.н.



С.А. Прохорчик

## 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 общетехнические дисциплины. К таким дисциплинам для специализации 1-36 07 01 01 «Машины и аппараты химических производств» относятся:

- расчет и конструирование машин и агрегатов;
- процессы химического инжиниринга;
- машины и аппараты химических производств;
- эксплуатация 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.** 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. Компонировка 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.

**Процессы химического инжиниринга.** 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. 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 определения 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. Компонировка кинематических схем привода. Определение нагрузок, которые действуют на элементы конструкций, составление расчетных схем.

**Эксплуатация и монтаж машин и оборудования.** Эксплуатационные свойства, надежность оборудования. Организация технического обслуживания и 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. Энергетические затраты на проведение процесса и определение производительности машины (аппарата).
3. Показатели эффективности работы машины (аппарата).
4. Обоснование выбора подшипников и конструкционных материалов для основных узлов и деталей технологических машин и аппаратов.
5. Перечень наиболее изнашиваемых деталей. Смазка машины.

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

1. Щековая дробилка с простым качанием щеки.
2. Щековая дробилка со сложным качанием щеки.
3. Двухвалковая дробилка с гладкими валками
4. Дробилка с зубчатыми валками.
5. Реверсивная однороторная молотковая дробилка.
6. Односторонняя молотковая дробилка.
7. Двухроторная молотковая дробилка.
8. Роторно-бильная дробилка.
9. Роторно-ножевой измельчитель.
10. Барабанная стержневая мельница мокрого помола.
11. Однокамерная шаровая мельница с периферийным приводом.
12. Многокамерная шаровая мельница с центральным приводом.
13. Барабанный смеситель периодического действия.
14. Барабанный смеситель непрерывного действия.
15. Прямоточная барабанная сушилка.
16. Противоточная барабанная сушилка.
17. Барабанная сушилка с секторной насадкой.
18. Барабанная сушилка с лопастной насадкой
19. Вибрационный грохот.
20. Горизонтальный двухвальный лопастной смеситель.
21. Двухроторный смеситель с Z-образными лопастями.
22. Барабанный вакуум-фильтр.
23. Дисковый вакуум-фильтр.
24. Ленточный вакуум-фильтр.
25. Аппарат с мешалкой.