

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович
Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет
Дата подписания: 22.01.2025 08:57:11
Уникальный программный ключ:
528682d78e671e566ab07f01fe1ba2172f735a12

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный аграрный
университет имени Н.И. Вавилова»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
/ Моргунова Н.Л./
« 11 » апреля 2022г.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Дисциплина	ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ
Направление подготовки	19.04.01 Биотехнология
Направленность (профиль)	Биотехнология
Квалификация выпускника	Магистр
Нормативный срок обучения	2 года
Форма обучения	Очная
Кафедра-разработчик	ТПП
Ведущий преподаватель	Анисимов А.В., доцент

Разработчик: доцент, Анисимов А.В.


(подпись)

Саратов 2022

Содержание

- 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процесс освоения ОПОП 3
- 2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания 4
- 3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы..... 8
- 4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы и формирования 18

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

В результате изучения дисциплины «Основы технологического проектирования и эксплуатации специализированного оборудования биотехнологических производств» обучающиеся, в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 19.04.01 Биотехнология, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 10 августа 2021 г., №737, формируют следующие компетенции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Формирование компетенций в процессе изучения дисциплины «Основы технологического проектирования и эксплуатации специализированного оборудования биотехнологических производств»

Компетенция		Индикаторы достижения компетенций	Этапы формирования компетенции в процессе освоения ОПОП (семестр)	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
Код	Наименование				
1	2	3	4	5	6
ПК-3	Готов к проектированию опытных, опытно-промышленных и промышленных установок биотехнологического производства	ПК-3.1 Проводит теоретические и экспериментальные исследования в области технологического оборудования и машин для биотехнологического производства	4	лекции, практические занятия	устный опрос (собеседование), самостоятельная работа
		ПК-3.2 Осуществляет выбор аппаратурных и технологических схем биопроизводств с учетом обеспечения стерильных условий, массообмена и масштабирования	4	лекции, практические занятия	устный опрос (собеседование), самостоятельная работа

ПК-7	Способен осуществлять эффективную работу средств контроля, автоматизации и автоматизированного управления производством, химико-технического, биохимического и микробиологического контроля	ПК-7.1 Осуществляет эффективную работу средств контроля, автоматизации и автоматизированного управления производством	4	лекции, практически е занятия	устный опрос (собеседование), самостоятельная работа
------	---	--	---	-------------------------------	--

Примечание:

Компетенция ПК-3 – также формируется в ходе освоения дисциплин: Инженерные аспекты специализированного оборудования биотехнологических производств, а также при подготовке к процедуре защиты и защите выпускной квалификационной работы.

Компетенция ПК-7 - также формируется в ходе освоения дисциплин: Инженерные аспекты специализированного оборудования биотехнологических производств, Синтетические методы в биотехнологии, Методы исследования в биотехнологии, факультатива Современные методы молекулярной и клеточной биотехнологии, прохождения технологической и преддипломной практики, а также при подготовке к процедуре защиты и защите выпускной квалификационной работы.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Перечень оценочных средств

Таблица 2

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Практические задания (ситуационные задачи)	средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по разделу или нескольким разделам	комплект заданий по вариантам
2	Собеседование (устный опрос)	средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с	вопросы по темам дисциплины: - перечень вопросов к семинару

		обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной и рассчитанной на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	<ul style="list-style-type: none"> - перечень вопросов для устного опроса - задания для самостоятельной работы
--	--	---	--

Программа оценивания контролируемой дисциплины

Таблица 3

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
1	Общие принципы и методы конструирования	ПК-3	Самостоятельная работа, устный опрос
2	Пути снижения материалоемкости и повышения надежности при разработке конструктивных решений машин и аппаратов	ПК-3	Самостоятельная работа, устный опрос
3	Конструкционные материалы	ПК-3	Самостоятельная работа, устный опрос
4	Основные требования, предъявляемые к машинам и аппаратам биотехнологических производств	ПК-3	Самостоятельная работа, устный опрос
5	Технологические и кинематические основы конструирования машин и аппаратов.	ПК-3	Самостоятельная работа, письменный опрос
6	Исполнительные механизмы циклического действия	ПК-3	Самостоятельная работа, устный опрос
7	Расчёт и конструирование аппаратов.	ПК-3	Самостоятельная работа, письменный опрос
8	Расчёт и конструирование тепловой аппаратуры.	ПК-3	Самостоятельная работа, письменный опрос
9	Расчёт и конструирование рабочих органов (элементов) машин	ПК-3	Самостоятельная работа, письменный опрос
10	Методы и средства управления машинами и аппаратами биотехнологических производств.	ПК-7	Самостоятельная работа, устный опрос
11	Основы эксплуатации оборудования.	ПК-7	Самостоятельная работа, устный опрос

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине
«Основы технологического проектирования и эксплуатации
специализированного оборудования биотехнологических производств» на
различных этапах их формирования,
описание шкал оценивания**

Таблица 4

Код компетенции, этапы освоения компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
		ниже порогового уровня (неудовлетворительно)	пороговый уровень (удовлетворительно)	продвинутый уровень (хорошо)	высокий уровень (отлично)
1	2	3	4	5	6
ПК-3 4 семестр	ПК-3.1 Проводит теоретические и экспериментальные исследования в области технологического оборудования и машин для биотехнологического производства	обучающийся не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале (пути и перспективы совершенствования биотехнологического оборудования; основы проектирования оборудования биотехнологических производств;), не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки	обучающийся демонстрирует в целом успешное, но не системное умение проектировать технологическое оборудование биотехнологических производств	обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей	обучающийся демонстрирует знание материала (проектировать технологическое оборудование биотехнологических производств), практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
	ПК-3.2 Осуществляет выбор аппаратурных	обучающийся не знает значительной части	обучающийся демонстрирует в целом	обучающийся демонстрирует знание	обучающийся демонстрирует знание

	и технологических схем биопроизводства с учетом обеспечения стерильных условий, массообмена и масштабирования	программного материала, плохо ориентируется в материале (конструкторскую документацию), не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки	успешное, но не системное умение ориентироваться в современных процессах и аппаратах биотехнологических производств	материала, не допускает существенных неточностей	материала (конструкторскую документацию), практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видеоизменении заданий
ПК-7 4 семестр	ПК-7.1 Осуществляет эффективную работу средств контроля, автоматизации и автоматизированного управления производством	обучающийся не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале (основные измерительные и управляющие приборы), не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки	обучающийся демонстрирует в целом успешное, но не системное умение взаимодействия с системами автоматизированного управления производством	обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей	обучающийся демонстрирует знание материала (основные измерительные и управляющие приборы), практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видеоизменении заданий

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1. Входной контроль

Примерный перечень вопросов

4 семестр

1. Теплопередача. Основы теплопередачи. Теплопроводность. Конвекция и конвективный обмен.
2. Нагревание и охлаждение. Виды теплоносителей.
3. Нагревание водяным паром.
4. Охлаждение.
5. Сорбционные процессы. Абсорбция и адсорбция. Устройство и принцип работы абсорберы.
6. Сушка. Устройство и принцип работы сушилок.
7. Экстракция. Устройство и принцип работы экстракторов.
8. Кристаллизация. Устройство и принцип работы кристаллизаторов.
9. Ферментация - основы процесса. Основные понятия.
10. Пастеризация - основы процесса.
11. Стерилизация – основы процесса.

3.2. Практические работы (ситуационные задачи)

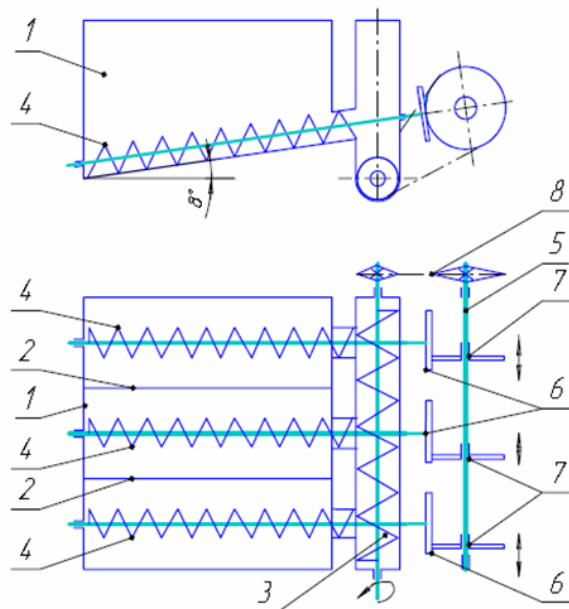
Тематика практических работ установлена в соответствии с содержанием рабочей программы.

Количество вариантов заданий - 30

Пример одного из вариантов практических работ:

Тема: Составление кинематической схемы оборудования.

Задание. Выбрать и рассчитать геометрические и кинематические параметры трехшнекового пропорционального смесителя, производительностью $Q = 400$ кг/ч. Дозирование осуществляется шнековыми дозаторами, а смешивание производится в процессе транспортирования продукта. Смесь состоит из продукта № 1 с содержанием действующего вещества – $A=32\%$ и насыпной плотностью $\rho_1=600$ кг/м³ и продукта № 2 с содержанием действующего вещества $C=28\%$ и насыпной плотностью $\rho_2 = 550$ кг/м³.



- 1 – отдел для засыпки продукта; 2 – перегородки;
 3 – сборный смесительный шнек; 4 – дозирующие шнеки; 5 –
 распределительный вал; 6 – скоростные диски;
 7 – цевочные диски; 8 – цепная передача

Решение.

Работает данный смеситель следующим образом. Продукты № 1 и № 2 засыпаются в отделы 1. Оттуда дозирующими шнеками 4 подается в сборный смесительный шнек 3, где происходит непосредственно смешивание компонентов. Вращение дозирующих шнеков 4 осуществляется от шнека смесителя 3 через цепную передачу 8 на распределительный вал 5, затем цевочными дисками 7 вращение передается на скоростные диски 6, которые приводят во вращение дозирующие шнеки 4. Изменение вращения дозирующего шнека 4 осуществляется путем перемещения цевочного диска 7 вдоль оси распределительного вала 5 и соответственно изменением зацепления цевочного диска 7 с другим рядом отверстий, расположенных концентрически относительно оси вращения на скоростном диске 6.

Продукт	Линейные размеры, мм			Вес 1000 частиц, г	Объемная масса, кг/м ³	Плотность, кг/м ³	Коэффициент внешнего трения	Коэффициент внешнего трения			Скорость вращения, м/с
	длина	ширина	толщина					По дереву	По стали	По бетону	
№1	4,8-	1,6-	1,5-	20-40	650-815	1270-1490	0,47	0,40	0,37	0,40	9-12
	8,6	4,0	3,8								
№2	5,0-	1,4-	1,2-	32	730	1230	0,49	0,40	0,37	0,42	8,5-10
	10,0	3,6	3,5								
№3	1,8-	1,5-	1,5-	7	700-830	1150	0,52	0,40	0,34	0,34	8,5-11
	3,2	2,0	1,7								
№4	0,05-0,1				550-	1360	1,42	0,7-	0,4-		1,3
					600			0,85	0,65		
№5	0,150-0,530				770-	1460	1,42	0,7-	0,4-		1,3
					900			0,85	0,65		

Физико-механические свойства компонентов определяем по таблице.

Определяем количество компонентов, необходимых для смеси. Расчет производим методом обратных пропорций или методом среднего арифметического по формулам зная, что $A = 32 > B = 31 > C = 28$.

$$X_C = \frac{32 - 31}{31 - 28} \cdot 100 = 33,3\% ; X_A = 100\%.$$

То есть смешивание происходит в пропорции: на 100% продукта № 1 требуется 32,5% продукта № 2 или на 1 кг продукта № 1 требуется 0,325 кг продукта № 2. Отсюда определяем массу Q_A продукта № 1 и массу продукта № 2 Q_C .

$$Q_A = \frac{400 \cdot 100}{(33,3 + 100)} = 300,1 \text{ кг/ч};$$

$$Q_C = \frac{400 \cdot 33,3}{(33,3 + 100)} = 99,9 \text{ кг/ч}.$$

Объемную плотность смеси ρ_c определяем по формуле, зная плотность и массу отдельных компонентов:

$$\rho_c = \frac{600 \cdot 300,1 + 550 \cdot 99,9}{300,1 + 99,9} = 587,5 \text{ кг/м}^3.$$

Определим диаметр D и шаг S смесительного шнека из формулы (19), зная коэффициент заполнения шнека $\psi = 0,3$; коэффициент, зависящий от рода груза для легкосыпучих грузов $k = 0,8$; коэффициент, учитывающий угол наклона шнека $c = 1,0$, так как угол наклона шнека равен нулю, объемная плотность смеси $\rho_c = 587,5 \text{ кг/м}^3$. Для легкосыпучих продуктов принимаем $S = D$. Выбираем частоту вращения шнека $n = 40 \text{ мин}^{-1} = 0,67 \text{ с}^{-1}$.

Отсюда диаметр шнека равен:

$$D = \sqrt[3]{\frac{400}{47 \cdot 0,3 \cdot 40 \cdot 587,5 \cdot 0,8 \cdot 1}} = 0,115 \text{ м}.$$

Принимаем диаметр шнека $D = 0,15 \text{ м} = 150 \text{ мм}$, диаметр вала шнека $d = 0,04 \text{ м} = 40 \text{ мм}$, шаг шнека $S = D = 0,15 \text{ м} = 150 \text{ мм}$.

Максимальную частоту вращения шнека n_{\max} (мин^{-1}) определяем по формуле (21), коэффициент A_B выбираем по таблице 1 $A_B = 65$, то-гда:

$$n_{\max} = \frac{65}{\sqrt{0,15^2}} = 168 \text{ мин}^{-1}.$$

Условия $n = 40 < n_{\max} = 168$ выполнены, следовательно, геометрические и кинематические параметры смесительного шнека выбраны правильно.

Задаемся конструктивно размерами подающих (дозировующих) шнеков (диаметр шнека $D_p = 0,10 \text{ м}$; диаметр вала $d_p = 0,03 \text{ м}$; шаг винта шнека, $t_p = D_p$). Конструкция смесителя выполнена таким образом, чтобы подающие шнеки имели три разные частоты вращения, которые определяются по формулам (22), (23) и (24), приняв коэффициент заполнения шнека $\psi = 0,9$, число подающих шнеков $k = 3$, $Q_{\max} = 0,0834 \text{ кг/с}$, $Q_{\min} = 0,0278 \text{ кг/с}$.

Максимальная частота вращения дозирующего шнека:

$$n_{\max} = \frac{4 \cdot 0,0834}{3,14 \cdot (0,1^2 - 0,03^2) \cdot 0,1 \cdot 600 \cdot 0,9} = 0,219 \text{ с}^{-1} = 13,14 \text{ мин}^{-1}.$$

Минимальная частота вращения дозирующего шнека:

$$n_{\min} = \frac{4 \cdot 0,0278}{3,14 \cdot (0,1^2 - 0,03^2) \cdot 0,1 \cdot 550 \cdot 0,9} = 0,078 \text{ с}^{-1} = 4,68 \text{ мин}^{-1}.$$

Промежуточная частота вращения дозирующего шнека:

$$n_{\text{cp}} = \frac{0,219 + 0,078}{2} = 0,1485 \approx 0,148 \text{ с}^{-1} = 8,88 \text{ мин}^{-1}.$$

Частоту вращения распределительного вала принимаем $n_{\text{max}} = 0,219 \text{ с}^{-1}$.

Для скоростного диска, имеющего три ряда концентрически расположенных отверстий, определяем число отверстий в каждом ряду, пропорционально частотам вращения дозирующих шнеков. В первом ряду конструктивно принимаем число отверстий $z_1 = 10$, во втором ряду число отверстий:

$$z_2 = (n_{\text{max}} \cdot (n_{\min} / n_{\text{cp}})) / n_{\min} \cdot z_1 = (0,219 \cdot (0,078 / 0,148)) / 0,078 \cdot 10 = 14,8.$$

Принимаем $z_2 = 15$.

В третьем ряду число отверстий:

$$z_3 = (n_{\text{max}} / n_{\min}) \cdot z_1 = 0,219 / 0,078 \cdot 10 = 28.$$

Число зубьев цевочных звездочек принимаем $z_{\text{цев}} = z_1 = 10$.

Определяем коэффициент использования производительности смесителя по формуле (25). Так как смешиваются два компонента, то число подающих шнеков $k = 2$, частота вращения используемых подающих шнеков рассчитана ранее и составляет $n_1 = 0,219 \text{ с}^{-1}$, $n_2 = 0,078 \text{ с}^{-1}$.

$$a = \frac{(0,219 + 0,078) \cdot 100}{2 \cdot 0,219} = 67,8\%.$$

Проверяем правильность дозирования компонентов А и С, входящих в смесь, в каждом варианте (%), по формуле (26), частота вращения шнека, перемещающего компонент А, равна $n_A = n_1 = 0,219 \text{ с}^{-1}$, частота вращения шнека, перемещающего компонент С, равна $n_C = n_2 = 0,078 \text{ с}^{-1}$,

$$C_A = \frac{0,219}{0,219 + 0,078} \cdot 100 = 74\%;$$

$$C_C = \frac{0,078}{0,078 + 0,219} \cdot 100 = 26\%.$$

Как видно из расчетов, содержание компонента А в смеси $C_A = 74\%$, что соответствует производительности первого дозирующего шнека $Q_A = 300,1 \text{ кг/ч}$, и содержание компонента С в смеси $C_C = 26\%$, что соответствует производительности второго дозирующего шнека $Q_C = 99,9 \text{ кг/ч}$, следовательно, геометрические и кинематические параметры дозирующих шнеков выбраны правильно.

Выбираем конструкцию отдела для засыпки продукта, который состоит из трех одинаковых секций. Схема секции, которая представлена на рис. 4, состоит из трех элементов: в нижней части половина диаметра желоба шнека, в средней части перевернутая трапеция с углом наклона стороны больше угла естественного откоса $\alpha = 60^\circ > \varphi_0$, в верхней части прямоугольник со стороной в основании $B = 0,3 \text{ м}$, принятой конструктивно. Высоту прямоугольника принимаем конструктивно $H = 0,3 \text{ м}$.

Массу продукта в одной секции отдела для засыпки продукта принимаем конструктивно равной $m = 50 \text{ кг}$. Коэффициент заполнения секции продуктом принимаем $\psi_1 = 0,8$, насыпную плотность продукта выбираем меньшую $\rho_2 = 550 \text{ кг/м}^3$. Тогда объем секции отдела определяем из выражения:

$$V = \frac{m}{\rho \cdot \psi} = \frac{50}{550 \cdot 0,8} = 0,114 \text{ м}^3.$$

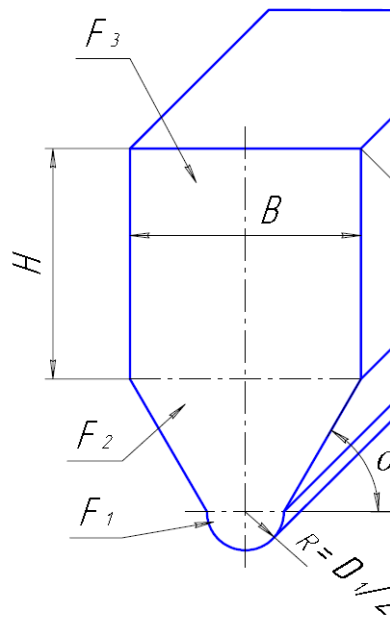


Рисунок – Схема сечения отдела для засыпки продукта

Площадь сечения сечения отдела для засыпки продукта F (м²) соответственно состоит из трех площадей: площади желоба F_1 ; площади перевернутой трапеции F_2 ; площади прямоугольника F и определяется из выражения:

$$F = F_1 + F_2 + F_3;$$

$$F = \frac{\pi \cdot D_1^2}{8} + \frac{(D+B) \cdot (B-D_1) \cdot \operatorname{tg} \alpha}{2 \cdot 2} + B \cdot H.$$

$$F = \frac{3,14 \cdot 0,1^2}{8} + \frac{(0,1+0,3)(0,3-0,1) \cdot \operatorname{tg} 60^\circ}{2 \cdot 2} + 0,3 \cdot 0,3 = 0,1285 \text{ м}^2.$$

Длину сечения закрома L (м) определяем из выражения:

$$L = \frac{V}{F} = \frac{0,114}{0,1285} = 0,8872 \text{ м}.$$

Принимаем длину сечения закрома $L = 0,90 \text{ м}$.

Мощность, потребную для привода смесительного шнека N_1 (кВт), определяем по формуле (30), принимая длину смесительного шнека $L_c = 2,5 \text{ м}$, коэффициент сопротивления движению $\omega = 5$, коэффициент запаса мощности $k_3 = 1,25$.

Отсюда:

$$N_1 = \frac{9,81 \cdot 400 \cdot 2,5 \cdot 5 \cdot 1,25 \cdot 10^{-3}}{3600} = 0,017 \text{ кВт}.$$

Мощность, потребную для привода подающих (дозировующих) шнеков N_2 (кВт), определяем по формуле (31), угол наклона подающих шнеков к горизонту ($\alpha = 8^\circ$). Длину подающего шнека L_n (м) определяем, прибавив до целого числа конструктивно величину дозирующего канала $\Delta = 0,09 \text{ м}$:

$$L_n = \frac{L}{\cos 8^\circ} + \Delta = \frac{0,9}{\cos 8^\circ} + 0,09 = 0,999 \text{ м}.$$

Принимаем длину подающего шнека $L_n = 1,0 \text{ м}$.

$$N_2 = \frac{9,81 \cdot 400 \cdot 1,0 (\sin 8 + 5 \cdot \cos 8) \cdot 10^{-3}}{3600} = 0,006 \text{ кВт}.$$

Мощность, потребную для привода смесителя N (кВт), определяем по формуле (30)

$$N = 0,017 + 0,006 \cdot 3 = 0,035 \text{ кВт.}$$

Для обеспечения вращения смесительного шнека с частотой $n=40$ мин⁻¹ ($\omega = 4,19$ с⁻¹) и вращения дозирующих шнеков с частотами $n_1 = 13,14$ мин⁻¹ ($\omega_1 = 1,37$ с⁻¹), $n_2 = 4,68$ мин⁻¹ ($\omega_2 = 0,49$ с⁻¹) и $n_3 = 8,88$ мин⁻¹ ($\omega_3 = 0,93$ с⁻¹) разработаем кинематическую схему привода шнекового смесителя. Кинематическая схема представлена на рис. 5.

Крутящий момент от электродвигателя через муфту передается на быстроходный вал редуктора, с тихоходного вала редуктора через цепную передачу крутящий момент передается на вал смесительного шнека, с которого также цепной передачей передается на распределительный вал, далее при помощи цевочных передач крутящий момент передается на дозирующие шнеки.

Определяем КПД привода, принимая по справочнику значения КПД элементов привода. КПД редуктора $\eta_{ред} = 0,8$, КПД цепной передачи $\eta_{ц} = 0,95$, КПД цевочной передачи $\eta_{цев} = 0,9$, тогда:

$$\eta = 0,8 \cdot 0,95^2 \cdot 0,9^3 = 0,53.$$

Мощность электродвигателя определяется по формуле (32).

$$N_{дв} = \frac{(0,017 + 0,006 \cdot 3)}{0,53} = 0,066 \text{ кВт.}$$

Подбирается электродвигатель и записывается его техническая характеристика. Применяем электродвигатель 4АА63А6У3 ГОСТ 19523-74 с частотой вращения $n_{дв} = 1000$ мин⁻¹ ($\omega_{дв} = 104,7$ с⁻¹), мощность $N = 0,18$ кВт.

В качестве редуктора применяем редуктор типа Ц2У с передаточным числом $i_p = 12,5$.

Расчетный крутящий момент $M_{кр}$ (Н·м) на тихоходном валу редуктора определяем по формуле (34):

$$M_{кр} = \frac{0,18 \cdot 30 \cdot 12,5 \cdot 1000 \cdot 0,8}{3,14 \cdot 1000} = 17,2 \text{ Н·м.}$$

Выбираем по справочнику редуктор Ц2У-100-12,5-21У2 ГОСТ 21426-75.

Затем выполняем кинематический расчет привода. Общее передаточное число от электродвигателя к распределительному валу определяем по формуле (35), зная частоты вращения электродвигателя, смесительного шнека и распределительного вала, соответственно $n_{дв} = 1000$ мин⁻¹, $n_{сп} = 13,14$ мин⁻¹ и $n_c = 40$ мин⁻¹.

$$i = \frac{1000}{13,14} = 76,1.$$

Передаточное число цепной передачи от вала смесительного шнека к распределительному валу определяем из выражения:

$$i_{ц1} = \frac{n_c}{n_{распр}} = \frac{40}{13,14} = 3,04.$$

Передаточное число цепной передачи от редуктора к валу смесительного шнека определяем из выражения:

$$i_{\text{ш}} = \frac{n_{\text{ДВ}}}{n_c \cdot i_p} = \frac{1000}{40 \cdot 12,5} = 2.$$

Таким образом, в результате расчета были определены основные геометрические и кинематические параметры шнекового смесителя.

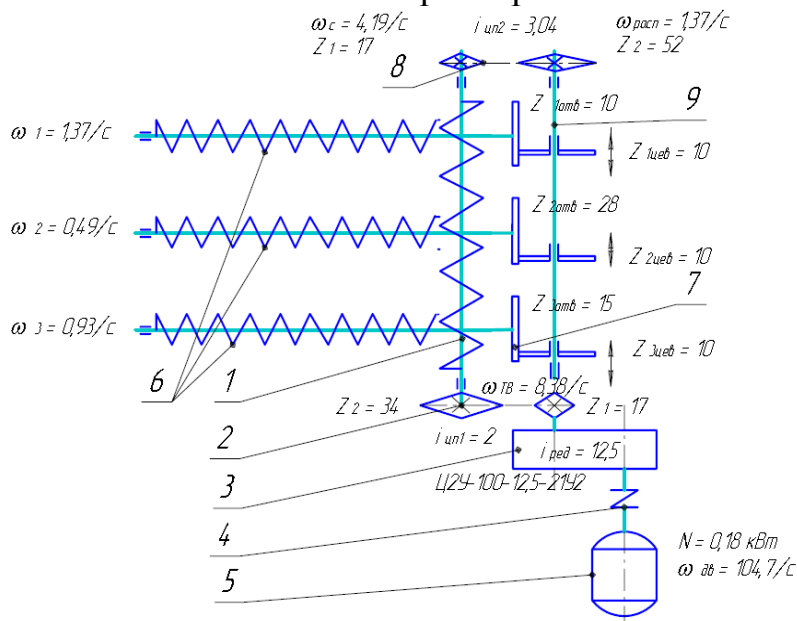


Рисунок – Кинематическая схема шнекового смесителя:

- 1 – смесительный шнек; 2 – цепная передача; 3 – редуктор; 4 – муфта; 5 – электродвигатель; 6 – дозировочные шнеки; 7 – цевочная передача; 8 – цепная передача; 9 – распределительный вал

Расчеты цепных передач и прочностные расчеты проводят по методикам, которые представлены в курсе «Детали машин».

3.3 Рубежный контроль

4 семестр

Вопросы рубежного контроля № 1

Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Приведите общие принципы и методы конструирования.
2. Задачи конструирования.
3. Перечислите пути снижения материалоемкости и повышения надежности при разработке конструктивных решений машин и аппаратов.
4. Металлы и сплавы, применяемые в специализированном оборудовании биотехнологических производств.
5. Неметаллические материалы, используемые в специализированном оборудовании.
6. Что называется циклом машины?
7. Что называется циклом рабочего органа?

8. Из каких составляющих по времени складывается цикл рабочего органа?
9. Что называется кинематическим циклом рабочего органа?
10. Что называется временем рабочего цикла?
11. Что называется временем технологического цикла, и из каких составляющих он состоит?
12. Что называется временем рабочего хода машины?
13. Что называется временем технологической операции?
14. В чём отличие циклограмм от синхрограмм?
15. Как классифицируются исполнительные механизмы машин?

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Каково устройство и принцип действия шарнирно-рычажных механизмов?
2. Каково устройство и принцип действия мальтийских механизмов? Методы их расчета и конструирования.
3. Каково устройство и принцип действия кулачковых механизмов? Методы расчета и конструирования их.
4. Каково устройство и принцип действия храповых механизмов? Методы расчета и конструирования их.
5. Что называется кинематическим циклом машины?

Вопросы рубежного контроля № 2

Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

21. Что такое торможение формы и торможение смежности?
22. В каких случаях возникает термическая сила? Запишите формулу для её определения.
23. Назовите основные способы уменьшения термической силы.
24. Приведите конструктивные примеры уменьшения термических напряжений в стяжных соединениях.
25. Что такое тепловая прочность материала? Как она определяется?
26. Каким образом уменьшаются тепловые напряжения при введении тепловых буферов?
27. Как применение температурных швов устраняет торможение формы?
28. Какие виды компенсаторов термического расширения Вы знаете?
29. Что понимают под вибрационным перемещением?
30. Чем отличаются вибрационные перемещения от инерционных?
31. Где используются виброперемещения?
12. При каких условиях будет наблюдаться вибрационное перемещение рыбной тушки на колеблющейся плоскости?
13. Как определит момент начала скольжения тела по вибрационной плоскости?

14. Как определить путь и скорость при вибрационном перемещении тела по плоскости?
15. Из каких скоростей формируется процесс виброперемещения?
16. Что понимают под переносной скоростью?
17. Что понимают под относительной скоростью?
18. Что представляет собой закон абсолютной скорости движения тела по виброповерхности?
19. Какие категории датчиков являются наиболее распространенными? Что называется тензометрией?
20. Для чего служит тензоусилитель?
21. Из каких элементов состоит тензооборудование?
22. Как классифицируются тензометрические датчики?
23. Для чего служат системы сбора данных?
24. Какую функцию выполняют тензоусилители?
25. На какие категории подразделяются тензорезисторы?
26. Какое научное значение имеет тензометрия?
27. Какие регуляторы-измерители вы знаете?
28. Что такое АСУ?
29. Правила технической эксплуатации оборудования.

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Как определить мощность привода вибрационной поверхности?
2. Как определяется производительность на вибрационной машины?
3. Какую функцию выполняют тензорезисторы?
4. Системы планового технического обслуживания и ремонта оборудования
5. Состав технической документации системы ПТОР?

3.4 Промежуточная аттестация

Вид промежуточной аттестации 4 семестр—зачет.

Целью проведения промежуточной аттестации является контроль знаний студента полученных в процессе изучения дисциплины.

Практические (расчетные) задания присутствуют.

Вопросы выносимые на зачет

4 семестр

1. Приведите общие принципы и методы конструирования.
2. Задачи конструирования.
3. Перечислите пути снижения материалоемкости и повышения надежности при разработке конструктивных решений машин и аппаратов.
4. Металлы и сплавы, применяемые в специализированном оборудовании биотехнологических производств.
5. Неметаллические материалы, используемые в специализированном оборудовании.
6. Что называется циклом машины?

7. Что называется циклом рабочего органа?
8. Из каких составляющих по времени складывается цикл рабочего органа?
9. Что называется кинематическим циклом рабочего органа?
10. Что называется кинематическим циклом машины?
11. Что называется временем рабочего цикла?
12. Что называется временем технологического цикла, и из каких составляющих он состоит?
13. Что называется временем рабочего хода машины?
14. Что называется временем технологической операции?
15. В чём отличие циклограмм от синхрограмм?
16. Как классифицируются исполнительные механизмы машин?
17. Каково устройство и принцип действия шарнирно-рычажных механизмов?
18. Каково устройство и принцип действия мальтийских механизмов? Методы их расчета и конструирования.
19. Каково устройство и принцип действия кулачковых механизмов? Методы расчета и конструирования их.
20. Каково устройство и принцип действия храповых механизмов? Методы расчета и конструирования их.
21. Что такое торможение формы и торможение смежности?
22. В каких случаях возникает термическая сила? Запишите формулу для её определения.
23. Назовите основные способы уменьшения термической силы.
24. Приведите конструктивные примеры уменьшения термических напряжений в стержневых соединениях.
25. Что такое тепловая прочность материала? Как она определяется?
26. Каким образом уменьшаются тепловые напряжения при введении тепловых буферов?
27. Как применение температурных швов устраняет торможение формы?
28. Какие виды компенсаторов термического расширения Вы знаете?
29. Что понимают под вибрационным перемещением?
30. Чем отличаются вибрационные перемещения от инерционных?
31. Где используются виброперемещения?
32. При каких условиях будет наблюдаться вибрационное перемещение рыбной тушки на колеблющейся плоскости?
33. Как определит момент начала скольжения тела по вибрационной плоскости?
34. Как определить путь и скорость при вибрационном перемещении тела по плоскости?
35. Из каких скоростей формируется процесс виброперемещения?
36. Что понимают под переносной скоростью?
37. Что понимают под относительной скоростью?
38. Что представляет собой закон абсолютной скорости движения тела по виброповерхности?
39. Какие категории датчиков являются наиболее распространенными? Что называется тензометрией?
40. Для чего служит тензоусилитель?
41. Из каких элементов состоит тензооборудование?

42. Как классифицируются тензометрические датчики?
43. Для чего служат системы сбора данных?
44. Какую функцию выполняют тензоусилители?
45. На какие категории подразделяются тензорезисторы?
46. Какое научное значение имеет тензометрия?
47. Какие регуляторы-измерители вы знаете?
48. Что такое АСУ?
49. Правила технической эксплуатации оборудования.
50. Как определить мощность привода вибрационной поверхности?
51. Как определяется производительность на вибрационной машины?
52. Какую функцию выполняют тензорезисторы?
53. Системы планового технического обслуживания и ремонта оборудования
54. Состав технической документации системы ПТОР?

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

4.1 Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Контроль результатов обучения студентов, этапов и уровня формирования компетенций по дисциплине «Основы технологического проектирования и эксплуатации специализированного оборудования биотехнологических производств» осуществляется через проведение входного, текущего, рубежных, выходного контролей и контроля самостоятельной работы

Формы текущего, промежуточного и итогового контроля и контрольные задания для текущего контроля разрабатываются кафедрой исходя из специфики дисциплины, и утверждаются на заседании кафедры.

4.2 Критерии оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Описание шкалы оценивания достижения компетенций по дисциплине приведено в таблице 5.

Таблица 5

Уровень освоения компетенции	Отметка по пятибалльной системе (зачет)			Описание
	«отлично»	«зачтено»	«зачтено (отлично)»	
<i>высокий</i>	«отлично»	«зачтено»	«зачтено (отлично)»	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, обучающийся проявляет творческие способности в

Уровень освоения компетенции	Отметка по пятибалльной системе (зачет)			Описание
				понимании, изложении и использовании материала
<i>базовый</i>	«хорошо»	«зачтено»	«зачтено (хорошо)»	Обучающийся обнаружил полное знание учебного материала, успешно выполняет предусмотренные в программе задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе
<i>пороговый</i>	«удовлетворительно»	«зачтено»	«зачтено (удовлетворительно)»	Обучающийся обнаружил знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя
–	«неудовлетворительно»	«не зачтено»	«не зачтено (неудовлетворительно)»	Обучающийся обнаружил пробелы в знаниях основного учебного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий, не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательной организации без дополнительных занятий

4.2.1. Критерии оценки устного ответа при промежуточной аттестации

При ответе на вопрос обучающийся демонстрирует:

знания: пути и перспективы совершенствования биотехнологического оборудования; основы проектирования оборудования биотехнологических производств; конструкторскую документацию.

умения: проектировать технологическое оборудование биотехнологических производств; взаимодействовать с системами автоматизированного управления производством

владение навыками: разработки проектной документации; проведения инженерных расчетов машин

Критерии оценки

отлично	обучающийся демонстрирует: – знание материала (пути и перспективы совершенствования биотехнологического оборудования; основы проектирования оборудования биотехнологических производств);
----------------	--

	<p>конструкторскую документацию), практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий;</p> <ul style="list-style-type: none"> - умение проектировать технологическое оборудование биотехнологических производств; взаимодействовать с системами автоматизированного управления производством; - успешное и системное владение навыками разработки проектной документации; проведения инженерных расчетов машин .
хорошо	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знание материала, не допускает существенных неточностей; - в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение проектировать технологическое оборудование биотехнологических производств; взаимодействовать с системами автоматизированного управления производством; - в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками разработки проектной документации; проведения инженерных расчетов машин.
удовлетворительно	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала; - в целом успешное, но не системное умение проектировать технологическое оборудование биотехнологических производств; взаимодействовать с системами автоматизированного управления производством; - в целом успешное, но не системное владение навыками разработки проектной документации; проведения инженерных расчетов машин.
неудовлетворительно	<p>обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале (пути и перспективы совершенствования биотехнологического оборудования; основы проектирования оборудования биотехнологических производств; конструкторскую документацию), не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки; - не умеет проектировать технологическое оборудование биотехнологических производств; взаимодействовать с системами автоматизированного управления производством; допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено; - обучающийся не владеет навыками разработки проектной документации; проведения инженерных расчетов машин, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой дисциплины не выполнено

4.2.2. Критерии оценки выполнения практических работ (ситуационные задачи)

При выполнении практических работ обучающийся демонстрирует:

знания: пути и перспективы совершенствования биотехнологического оборудования; основы проектирования оборудования биотехнологических производств; конструкторскую документацию.

умения: проектировать технологическое оборудование биотехнологических производств; взаимодействовать с системами автоматизированного управления производством

владение навыками: разработки проектной документации; проведения инженерных расчетов машин

Критерии оценки выполнения практических работ

отлично	обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none">- усвоение всего объема программного материала;· выделяет главные положения в изученном материале и не затрудняется при ответах на видоизмененные вопросы;· свободно применяет полученные знания при решении задач;· не допускает ошибок в воспроизведении изученного материала, а также в расчетах и выполняет последние уверенно и аккуратно.· точное выполнение расчетов и чертежей согласно ЕСКД, качественное внешнее оформление.
хорошо	обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none">· знание всего изученного материала;· отвечает без особых затруднений на вопросы преподавателя при отчете;· умеет применять полученные знания при решении задач;· не допускает серьезных ошибок, легко устраняет отдельные неточности с помощью дополнительных вопросов преподавателя, в расчетах работах делает незначительные ошибки.· незначительные затруднения при выполнении расчетов, рабочих чертежей.
удовлетворительно	обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none">- усвоение основного материала, но испытывает затруднение при его самостоятельном воспроизведении и требует дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя;· предпочитает отвечать на вопросы, воспроизводящего характера и испытывает затруднение при ответах на видоизмененные вопросы;· допускает ошибки в расчетах.· чертежи, требуют серьезных доработок
неудовлетворительно	Обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none">-отдельные представления об изученном материале, но все же большая часть материала не усвоена, а в расчетах обучающийся допускает грубые ошибки, не может применять знания при выполнении чертежей.

Разработчик: доцент, Анисимов А.В.


(подпись)