

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра проектирования технологических машин

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН МТФ

к.т.н. Янпольский В. В.

“ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Проектирование оборудования пищевых производств

Образовательная программа: 15.03.02 Технологические машины и оборудование, профиль:
Оборудование пищевых производств

Курс: 4, семестры : 7 8

Механико-технологический факультет,

		Семестр	
№	Вид деятельности	7	8
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3	4
2	Всего часов	108	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	78	44
4	Лекции, час.	36	0
5	Практические занятия, час.	36	32
6	Лабораторные занятия, час.	0	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	54	16
8	Аттестация, час.	2	2
9	Консультации, час.	4	10
10	Самостоятельная работа, час.	30	100
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)		КП
12	Вид аттестации	ДЗ	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 15.03.02 Технологические машины и оборудование

ФГОС введен в действие приказом №1170 от 20.10.2015 г. , дата утверждения: 12.11.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ПТМ, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

Утверждена на совете механико-технологического факультета, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Керженцев В. А.

Заведующий кафедрой:

доцент, д.т.н. Иванцовский В. В.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Иванцовский В. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.5 способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности; в части следующих результатов обучения:
у4. уметь проводить библиографическую и информационно-поисковую работы, использовать ее результаты при решении профессиональных задач и оформлении научных трудов
Компетенция ФГОС: ПК.1 способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки; в части следующих результатов обучения:
з1. знать виды патентного поиска аналогов
з39. знать устройство машин, характеризующихся специфическими механическими воздействиями на продукт
з40. знает методики проектирования машин, методики расчетов с учетом допускаемых напряжений, методы обеспечения несущей способности конструкций на жесткость и устойчивость
з41. знает методы улучшения технических параметров машин и возможности выполнения ими основных операций по переработке продукта
з42. знает о требованиях, предъявляемых к проектированию механизмов и машин и обеспечению безопасности труда ими
з43. знает о технологических операциях в поточных и роторно-конвейерных линиях пищевых производств
з70. знает о множестве задач прочностной надежности, решаемых в процессе проектирования конструкции, и методах их решения в зависимости от особенностей конструкции
у2. уметь применять справочную и техническую литературу
у3. уметь работать с нормативно-технической документацией
Компетенция ФГОС: ПК.10 способность обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления, умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий; в части следующих результатов обучения:
з3. знать технологические основы снижения себестоимости изготовления машин
Компетенция ФГОС: ПК.2 умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов; в части следующих результатов обучения:
у15. умеет проектировать и конструировать основные узлы технологического оборудования и элементы технологического процесса с применением специализированных компьютерных программ
у21. умеет использовать компьютерные графические системы для: построения рисунка, чертежа изделия, создания трехмерной виртуальной модели объекта
Компетенция ФГОС: ПК.4 способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности; в части следующих результатов обучения:
у8. уметь производить анализ кинематической структуры оборудования по его кинематической схеме
Компетенция ФГОС: ПК.5 способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования; в части следующих результатов обучения:
з10. знать условные обозначения кинематических схем
з21. знать основные классы материалов, используемых для изготовления деталей машин
з23. знает конструктивные особенности разрабатываемых и используемых технических средств и материалов
з24. знает методы расчета узлов и деталей машин на прочность и жесткость
з25. знает принципы работы соединений узлов и деталей машин и выбора их технических характеристик
з30. знать основные виды механизмов, классификацию механизмов и машин

38. знает факторы, влияющие на производительность, мощность и силы сопротивления, возникающие при переработке продукта
39. знать назначение, устройство и работу типовых узлов и их механизмов
у15. уметь разбираться в устройстве основных узлов оборудования по их чертежам
у20. уметь выбирать, обосновывая свой выбор, и использовать для расчета прочностной надежности конкретный метод в зависимости от особенностей конструкции, сравнивать результаты расчета, полученные различными методами, оценивать их точность
Компетенция ФГОС: ПК.6 способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам; в части следующих результатов обучения:
35. знает теорию построения технических чертежей
у10. умеет применить чертеж, технический рисунок для графического представления информации
у11. умеет выполнять и читать технические схемы, чертежи и эскизы деталей, узлов и агрегатов машин, сборочных чертежей и чертежей общего вида
у9. умеет использовать стандарты ЕСКД, конструкторскую документацию (чертежную и текстовую) в производственной и проектной работе
Компетенция ФГОС: ПК.7 умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений; в части следующих результатов обучения:
32. знает методы оптимального проектирования машин и механизмов
у4. умеет выбирать и сравнивать однотипные единицы технологического оборудования для производственного цикла
Компетенция ФГОС: ПК.9 умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению; в части следующих результатов обучения:
34. знать закономерности формирования показателей качества машины и отдельных ее деталей

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Проектирование оборудования пищевых производств</i>	
ПК.1.339 знать устройство машин, характеризующихся специфическими механическими воздействиями на продукт	
1.338. знать устройство машин, характеризующихся специфическими механическими воздействиями на продукт	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.1.340 знает методики проектирования машин, методики расчетов с учетом допускаемых напряжений, методы обеспечения несущей способности конструкций на жесткость и устойчивость	
2.339. знает методики проектирования машин, методики расчетов с учетом допускаемых напряжений, методы обеспечения несущей способности конструкций на жесткость и устойчивость	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.1.341 знает методы улучшения технических параметров машин и возможности выполнения ими основных операций по переработке продукта	
3.340. знает методы улучшения технических параметров машин и возможности выполнения ими основных операций по переработке продукта	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.1.342 знает о требованиях, предъявляемых к проектированию механизмов и машин и обеспечению безопасности труда ими	
4.341. знает о требованиях, предъявляемых к проектированию механизмов и машин и обеспечению безопасности труда ими	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.1.343 знает о технологических операциях в поточных и роторно-конвейерных линиях пищевых производств	
5.342. знает о технологических операциях в поточных и роторно-конвейерных линиях пищевых производств	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

ПК.1.370 знает о множестве задач прочностной надежности, решаемых в процессе проектирования конструкции, и методах их решения в зависимости от особенностей конструкции	
6.369. знает о множестве задач прочностной надежности, решаемых в процессе проектирования конструкции, и методах их решения в зависимости от особенностей конструкции	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.1.y2 уметь применять справочную и техническую литературу	
7.y1. уметь применять справочную и техническую литературу	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.1.y3 уметь работать с нормативно-технической документацией	
8.y2. уметь работать с нормативно-технической документацией	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.2.y15 умеет проектировать и конструировать основные узлы технологического оборудования и элементы технологического процесса с применением специализированных компьютерных программ	
9.y15. умеет проектировать и конструировать основные узлы технологического оборудования и элементы технологического процесса с применением специализированных компьютерных программ	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.2.y21 умеет использовать компьютерные графические системы для: построения рисунка, чертежа изделия, создания трехмерной виртуальной модели объекта	
10.y21. умеет использовать компьютерные графические системы для: построения рисунка, чертежа изделия, создания трехмерной виртуальной модели объекта	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.4.y8 уметь производить анализ кинематической структуры оборудования по его кинематической схеме	
11.y8. уметь производить анализ кинематической структуры оборудования по его кинематической схеме	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.5.y4 уметь проводить библиографическую и информационно-поисковую работы, использовать ее результаты при решении профессиональных задач и оформлении научных трудов	
12.y9. уметь проводить библиографическую и информационно-поисковую работы, использовать ее результаты при решении профессиональных задач и оформлении научных трудов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.5.310 знать условные обозначения кинематических схем	
13.310. знать условные обозначения кинематических схем	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.5.321 знать основные классы материалов, используемых для изготовления деталей машин	
14.321. знать основные классы материалов, используемых для изготовления деталей машин	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.5.323 знает конструктивные особенности разрабатываемых и используемых технических средств и материалов	
15.323. знает конструктивные особенности разрабатываемых и используемых технических средств и материалов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.5.324 знает методы расчета узлов и деталей машин на прочность и жесткость	
16.324. знает методы расчета узлов и деталей машин на прочность и жесткость	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.5.325 знает принципы работы соединений узлов и деталей машин и выбора их технических характеристик	
17.325. знает принципы работы соединений узлов и деталей машин и выбора их технических характеристик	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.5.330 знать основные виды механизмов, классификацию механизмов и машин	
18.330. знать основные виды механизмов, классификацию механизмов и машин	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

ПК.5.38 знает факторы, влияющие на производительность, мощность и силы сопротивления, возникающие при переработке продукта		
19.38. знает факторы, влияющие на производительность, мощность и силы сопротивления, возникающие при переработке продукта		Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.5.39 знать назначение, устройство и работу типовых узлов и их механизмов		
20.39. знать назначение, устройство и работу типовых узлов и их механизмов		Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.5.y15 уметь разбираться в устройстве основных узлов оборудования по их чертежам		
21.y15. уметь разбираться в устройстве основных узлов оборудования по их чертежам		Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.5.y20 уметь выбирать, обосновывая свой выбор, и использовать для расчета прочностной надежности конкретный метод в зависимости от особенностей конструкции, сравнивать результаты расчета, полученные различными методами, оценивать их точность		
22.y20. уметь выбирать, обосновывая свой выбор, и использовать для расчета прочностной надежности конкретный метод в зависимости от особенностей конструкции, сравнивать результаты расчета, полученные различными методами, оценивать их точность		Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.6.35 знает теорию построения технических чертежей		
23.35. знает теорию построения технических чертежей		Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.6.y10 умеет применить чертеж, технический рисунок для графического представления информации		
24.y10. умеет применить чертеж, технический рисунок для графического представления информации		Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.6.y11 умеет выполнять и читать технические схемы, чертежи и эскизы деталей, узлов и агрегатов машин, сборочных чертежей и чертежей общего вида		
25.y11. умеет выполнять и читать технические схемы, чертежи и эскизы деталей, узлов и агрегатов машин, сборочных чертежей и чертежей общего вида		Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.6.y9 умеет использовать стандарты ЕСКД, конструкторскую документацию (чертежную и текстовую) в производственной и проектной работе		
26.y9. умеет использовать стандарты ЕСКД, конструкторскую документацию (чертежную и текстовую) в производственной и проектной работе		Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.7.32 знает методы оптимального проектирования машин и механизмов		
27.32. знает методы оптимального проектирования машин и механизмов		Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.7.y4 умеет выбирать и сравнивать однотипные единицы технологического оборудования для производственного цикла		
28.y4. умеет выбирать и сравнивать однотипные единицы технологического оборудования для производственного цикла		Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.1.31 знать виды патентного поиска аналогов		
29.31. знать виды патентного поиска аналогов		Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.9.34 знать закономерности формирования показателей качества машины и отдельных ее деталей		
30.33. знать закономерности формирования показателей качества машины и отдельных ее деталей		Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.10.33 знать технологические основы снижения себестоимости изготовления машин		
31.33. знать технологические основы снижения себестоимости изготовления машин		Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Дидактическая единица: Поточные линии в производстве и классы операций				
1. Введение в дисциплину "ПТО". Бально-рейтинговая система. Темы лекционных занятий. Темы практических занятий, Темы курсовых проектов. технологические единицы поточных линий. классы технологических операций, производимых машинами.	2	4	12, 17, 18, 25, 30, 5, 8	Особенности операций первого, второго, третьего и четвертого классов; производительность операций при выпуске единичного продукта
Дидактическая единица: Дидактическая единица: Роторные машины и цикловые диаграммы движения звеньев				
2. Структура роторной машины и роторно-конвейерной линии, их производительность. Пред-ставление об элементах цикловой диаграммы дви-жений РО. Правила построения цикловой диаграм-мы. фазовые времена и времена перекрытий в цик-ловой диаграмме.	2	4	1, 13, 17, 20, 25, 27, 30, 4, 7	Анализ диаграмм и возможности их изменения с целью повышения производительности.
3. Типовые циклические механизмы - кулачковые. структура кулачкового механизма и элементы профиля кулачка. Безразмерные коэффициенты движения (БКД): введение новой безразмерной переменной для интервала движения, выражение закона движения на интервале в дискретной форме, представление графика закона в виде безразмерных коэффициентов движения (пути, скорости и ускорения) в табличной форме.	4	4	1, 11, 15, 20, 24, 28, 5, 8	Использование БКД кривой косинусоиды в качестве закона движения: построение графика её, определе-ние аналитической формулы косинусоиды, расчет профиля кулачка по данному закону
4. Расчет профиля кулачка с коромысловым толкателем методом решения треугольников. Общий поря-док проектирования кулачкового механизма и расчета профиля кулачка, обеспечивающего косинусоидальный закон движения толкателя.	2	4	13, 17, 2, 20, 23, 26, 29, 3, 5, 9	Распределительно-управляющ ий вал машины-автомата, угол установки кулачков

5. Типовые циклические механизмы - шарнирно-рычажные системы: кривошипно-ползунные, мальтийские и другие, возможности вписывания их по геометрическим размерам в конструкцию машины	2	4	11, 13, 16, 22, 26, 28, 31, 4, 7, 8	Два главных "геометрических параметра" криво-шипно-ползунного механизма, графики закона движения ползуна. Главный "геометрический параметр" мальтийского механизма и характеристики движения его креста.
Дидактическая единица: Дидактическая единица: Шнековые устройства в пищевых машинах				
6. Применение и использование шнековых устройств (как транспортирующих средств внутри и между машинами, нагнетателей в экструдерах, выпрессо-вывателей в сокоотделяющих прессах). Конструктивные параметры шнековых устройств, условия продвижения частицы шнеком, коэффициент подачи и степень сжатия продукта шнеком. Экструдеры, расходно-напорные характеристики (РНХ) формующего канала матрицы, РНХ нагнетающего канала шнека; графическое определение оптимальных характеристик (давления и производительности) экструдера. Аналитический расчет геометрических параметров шнека (наружного, внутреннего диаметров витков шнека, шага витков и других), использование конструктивных коэффициентов при расчете. Прочностной расчет элементов шнека. Материал деталей шнека и их конструирование.	2	4	14, 16, 19, 22, 25, 26, 28, 3, 5, 7, 9	Процессы выдавливания шнеком продукта в мясорубках, волчках и макаронных прессах. Производительность и мощность шнековых устройств. Рекомендации по их проектированию.
Дидактическая единица: 4Дидактическая единица: Вибрационная техника в пищевых производствах				

7. Вибротехника: общие положения, вибрация как гармонический колебательный процесс, понятия о параметрах вибрации. Собственные и вынужденные колебания и возмущающая сила. Электродвигатель с неуравновешенным ротором на упругой балке - пример колебательной системы; центробежные силы инерции такой системы и уравнение ее движения. Собственная частота системы и её коэффициент динамичности. Вибропривод, инерционный вибратор, его характеристики.	2	4	16, 20, 24, 27, 29, 5, 6, 8	Простейшая вибромашина, амплитуда виброколебаний и воздействие её на процесс передвижения сыпучих смесей по вибрирующей поверхности, "характеристика режима" и другие параметры вибромашины; разновидности траекторий частиц и условия для их осуществления. Виброопоры машин и защита персонала от воздействия вибрации. Вибрационные сита, смесители и вибросушилки в пищевых производствах.
--	---	---	-----------------------------	--

Дидактическая единица: 5 Дидактическая единица: Ротационные устройства: сепараторы и центрифуги для жидких продуктов

8. Общие условия работы быстровращающихся ротационных устройств, созданные ими полспецифических центробежных и центростремительных полей сил для перерабатываемого продукта; проблемы эксплуатации и проектирования их (неуравновешенность масс, изгибы валов, нагрузки на подшипниковые узлы, шум). Влияние технических характеристик сепараторов и центрифуг на индекс производительности и фактор разделения суспензий. Расчеты на прочность дисков ротационных машин, их критическая скорость вращения и удельная прочность материала. Расчеты неперфорированных и перфорированных обечаек центрифуг, влияние степени перфорации на приведенную плотность материала.	2	4	11, 12, 16, 19, 22, 25, 28, 3, 31, 6	Критические скорости вращения валов ротационных машин, условия прогиба вала центрифуги от его частоты вращения и величины смещения массы вала от его оси, величина этого прогиба, резонансные частоты вращения. Обеспечение виброустойчивости валов ротационных машин, шарнирно-подвижные и шарнирно-неподвижные опоры, конструктивные особенности крепления подшипниковых опор.
--	---	---	--------------------------------------	--

Дидактическая единица: 6 Дидактическая единица: Аппараты для пищевых производств, работающие под давлением

9. Классификация аппаратов и их основные характеристики. Общие сведения об оболочках аппаратов (цилиндрических, прямоугольных и других). Аппараты, работающие при невысоком избыточном давлении (не более 0,07 МПа), рекомендации по проектированию. Расчеты аппаратов по наименьшей металлоемкости. Расчеты аппаратов, нагруженных высоким внутренним давлением. Виды днищ аппаратов (сферических, торовых, торо-сферических, эллиптических и других), особенности проектирования днищ с помощью соотношений конструктивных размеров торового перехода, соотношений радиусов сферической части и торовой, радиусов цилиндрической части и высоты выпуклой части. Применение этих конструктивных параметров к расчету эллиптических днищ. Общие рекомендации по проектированию днищ.	2	4	12, 15, 16, 17, 22, 23, 26, 28, 7, 8	Аппараты, работающие под воздействием наружного давления. особенности конструкций цилиндрических оболочек; критическая длина и давление тонкостенных оболочек длинных аппаратов. Конструкции крепления патрубков и фланцев к сосудам.
---	---	---	--------------------------------------	--

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Дидактическая единица: Роторные машины и цикловые диаграммы движения звеньев				
1. ПР1. Расчеты и разработка циклограммы роторно-конвейерной машины.	4	6	1, 11, 13, 22, 24, 27	Практическая работа (ПР) №1. Эскизировать функционально-структурную схему машины. Начертить кинематическую схему машины. Начертить эскизы двух рабочих органов машины (во взаимодействии).
2. ПР №2. Определить в структуре машины три РО.	4	2	11, 13, 2, 20, 22, 24, 27, 28, 5, 8	Построить на основании словесного описания ориентировочную циклограмму. Назначить и расставить на диаграмме значения углов поворота главного вала в характерных точках диаграммы. Рассчитать времена полных переходов, перекрытий и фазовых времен, произвести проверку правильности расчетов.

3. ПР №3. Произвести расчет безразмерных коэффициентов движения для закона ко-синусоиды на рассматриваемом интервале (см. ПР №2).	4	4	12, 15, 17, 20, 24, 26, 28, 4, 8	Рассчитать по точкам (дискретным значениям углов поворота гл.вала) позиционные коэффициенты, результаты занести в таблицу 1. Построить по данным таблицы 1 графики БКД коси-нусоидального закона (графики перемеще-ния, скорости и ускорения)
4. ПР №4. По заданной производительности машины-автомата определить число пози-ций ротора.	4	4	10, 13, 18, 19, 24, 26, 29, 3, 31	Определить угловую скорость вращения его и время интервала рабочего хода РО1 (использовать данные ПР №3). Рассчитать действительные значения скорости и ускорения РО1 и определить их максимальные величины. Построить гра-фики действительных значений пути, ско-рости и ускорения, сравнить с графиками БКД.
5. ПР5.Расчет коромыслового кулачкового механизма.	4	4	10, 13, 17, 2, 21, 25, 28, 5, 8	ПР №5. Рассчитать методом решения тре-угольников углы и радиус-векторы профи-ля кулачка для РО1. использовав данные ПР №3 и №4 (кулачковый механизм с ко-ромысловым толкателем). Заполнить таб-лицу 3.
6. ПР6: Эскизирование элементов кулачка с профилем по данным таблицы 3	4	4	11, 14, 17, 19, 22, 27, 28, 3, 4, 5	Определить угол установки кулачков на РУВ роторной машины
7. ПР7. Построение кулачкового РУВ, для звеньев РО.	2	4	1, 11, 15, 18, 2, 20, 26, 28, 30, 6	Защита работ ПР1-ПР7
Дидактическая единица: Дидактическая единица: Шнековые устройства в пищевых машинах				
8. ПР №8. Рассчитать по заданным параметрам шнековое устройство для транспорти-рования пищевого сыпучего продукта.	2	4	13, 15, 19, 21, 24, 27, 3, 30, 4, 6	Определить по производительности час-тоту вращения шнека, коэффициент пода-чи и степень сжатия продукта. Начертить эскизы шнека и рассчитать размеры ко-лец-заготовок для изготовления спирали шнека методом сварки.
9. ПР №9. Рассчитать для проектируемого экструдера коэффициент формы отверстия матрицы и рабочую частоту вращения шнека.	4	2	13, 14, 19, 21, 23, 27, 28, 6, 8	Рассчитать коэффициент формы нагнетателя и определить наружный диа-метр шнека экструдера. Определить внут-ренний диаметр шнека, его шаг и толщину витка спирали. Построить РНХ формова-теля и РНХ нагнетателя. Определить оп-тимальные давления в продукте и произво-дительность экструдера.

10. ПР №10. Произвести расчет изгибающего момента действующего на спираль (ло-пасть) шнека экструдера (см. ПР №8).	2	2	1, 12, 14, 17, 19, 2, 22, 28, 4, 8	Определить по допускаемым нагрузкам материала толщину стенки спирали, срав-нить с толщиной, определенной в ПР №8. Рассчитать крутящий момент и осевое усилие на шнек и напряжение в материале.
Семестр: 8				
Дидактическая единица: 4Дидактическая единица: Вибрационная техника в пищевых производствах				
11. ПР №11. Изучение особенностей работы вибролотка,	2	2	10, 14, 17, 20, 24, 26, 28, 3, 6	Разработка расчетной схемы, простановка линейных размеров и жёсткостей пружин. Расчет приведенной массы колебательной системы и приведенной жесткости пружин по данным расчетной схемы.
12. ПР №12. Определение собственной частоты механической колебательной системы согласно исходных параметров, заданных на расчетной схеме (см. ПР№10).	2	4	17, 22, 25, 29	Расчет амплитуды колебаний вибролотка при приложении вынуждающих сил.
13. ПР №13. Расчет скорости продвижения сыпучего продукта по поверхности лотка	2	6	16, 2, 20, 25, 28, 6, 9	Определение технологической мощности вибропроцесса просеивания
Дидактическая единица: 5Дидактическая единица: Ротационные устройства: сепараторы и центрифуги для жидких продуктов				
14. №14Ротационные устройства: сепарато-ры и центрифуги для жидких продуктов	2	4	10, 12, 15, 18, 24, 27, 29, 6, 7	ПР №14. Разработка расчетной схемы цен-трифуги определенной массы (используе-мой для осветления фруктового сока). Рас-четы коэффициентов жесткости на изгиб и моментов инерции площади сечений одно-пролетно и консольно закрепленных валов. Определение максимальной цен-тробежной силы инерции вала при известном смещении центра массы от оси вращения.
15. ПР №15. Расчет прогиба однопролетного и консольного валов от центробежной силы инерции при вращения неуравновешенной массы и их сравнение. Расчет напряжений в материале вала при данном прогибе (см. (ПР №12).	2	4	1, 11, 18, 22, 24, 30, 31, 6, 7	Провести сравнение параметров однопролетного и консольного валов и указать, какой из них гибкий, а какой же-сткий; разработать эскизы подшипниковых опор.
16. ПР.№16. Проектирование ротора молотковой дробилки	2	4	1, 14, 16, 2, 20, 23, 24, 26, 29, 31, 5, 9	Рассчитать конструкцию молотка и спроектировать молотковую дробилку.
Дидактическая единица: 6Дидактическая единица: Аппараты для пищевых производств, работающие под давлением				

17. ПР17. Расчеты аппара-тов на наименьшую массу, необходимую для изготовления ап-парата (металлоём-кость)	2	4	12, 15, 16, 17, 27, 28, 31, 4, 5, 9	По заданной вместимости аппарата рассчитать оптимальный диаметр ци-линдрического аппарата. По известному диаметру рассчитать толщину оболочки аппарата. Расчет толщины плоского днища аппарата.
18. ПР18. Рассчитать по известным параметрам (внутреннему диаметру аппарата и толщинам стенки и днища, см. ПР №14) оптимальную высоту аппарата.	2	4	11, 17, 19, 25, 27, 28, 3, 8	Рассчитать для оптимальных значений внутреннего диаметра и высоты аппарата "критическую длину" его и тонкостен-ность. Рассчитать возможную величину "критического давления" для рассчитанных параметров ци-линдрического сосуда.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 7				
1	Подготовка к занятиям	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 2, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 3, 30, 31, 4, 5, 6, 7, 8, 9	10	0
Подготовка к занятиям предполагает систематическое изучение дисциплины в течение семестра, закрепление и углубление полученных знаний и навыков, подготовка к предстоящим занятиям, самостоятельность в поиске и приобретении новых знаний и умений. Подготовка к занятиям включает в себя: работу с конспектом лекции, дополнение конспекта учебным материалом (учебника, учеб-ного пособия, первоисточника, дополнительной литературы, нормативных документов и материалом электронного ресурса и сети Интернет); конспектирование текста (работа со справочниками, нормативными документами); аналитическая обработка текста (аннотирова-ние,редактирование, конспект-анализ); подготовка сообщений на семинаре; подготовка ре-фератов на заданную тему; ответы на контрольные вопросы; решение задач и упражнений по образцу; выполнение чертежей и схем. . : Проектирование оборудования пищевых производств. Ч. 1 : методические указания к выполнению практических работ для МТФ направления 151000 по профилю "Машины и автоматы пищевых производств" всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Керженцев]. - Новосибирск, 2013. - 42, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180683 Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042 Проектирование оборудования пищевых производств. Ч. 2 : методические указания к выполнению практических работ для 4-5 курсов МТФ направления 151000.62 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Керженцев]. - Новосибирск, 2014. - 52, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000207827				
2	Дополнительная учебная деятельность	3	20	0

Студенты самостоятельно изучают учебную и техническую литературу, научные от-четы по теме занятий, проводят поиск патентов разрабатываемого узла или машины. Осуществляют работу с конспектом лекции, т.е. дополнение конспекта учебным ма-териалом (учебника, учебного пособия, первоисточника, дополнительной литературы, нормативных документов и материалом электронного ресурса и сети Интернет);

: Проектирование оборудования пищевых производств. Ч. 1 : методические указания к выполнению практических работ для МТФ направления 151000 по профилю "Машины и автоматы пищевых производств" всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Керженцев]. - Новосибирск, 2013. - 42, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180683 Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042 Проектирование оборудования пищевых производств. Ч. 2 : методические указания к выполнению практических работ для 4-5 курсов МТФ направления 151000.62 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Керженцев]. - Новосибирск, 2014. - 52, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000207827

3	Подготовка к аттестации	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 2, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 3, 30, 31, 4, 5, 6, 7, 8, 9	0	4
---	-------------------------	---	---	---

Изучение лекционного материала: Проектирование оборудования пищевых производств. Ч. 1 : методические указания к выполнению практических работ для МТФ направления 151000 по профилю "Машины и автоматы пищевых производств" всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Керженцев]. - Новосибирск, 2013. - 42, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180683 Проектирование оборудования пищевых производств. Ч. 2 : методические указания к выполнению практических работ для 4-5 курсов МТФ направления 151000.62 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Керженцев]. - Новосибирск, 2014. - 52, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000207827

Семестр: 8

1	Курсовой проект	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 2, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 3, 30, 31, 4, 5, 6, 7, 8, 9	60	8
---	-----------------	---	----	---

Конкретные темы курсовых проектов определяются на базе заказов промышленности, инициативных предложений преподавателей, знакомых с планами создания новой техники для пищевой промышленности, предложений студентов (подтвержденных письмами от предприятий).

Для комплексного проектирования оборудования можно объединять несколько студентов в группу.

Целью курсового проекта является практическое закрепление изучаемого материала, развитие творческого потенциала и инженерного мышления студента.

Для достижения этой цели ставится задача приобретения навыков самостоятельного анализа конструктивных вариантов разрабатываемой машины, практического проектирования и конструирования, грамотного оформления принятых конструкторско-технологических решений в пояснительной записке, четкого и ясного их обоснования.

: Проектирование оборудования пищевых производств. Ч. 1 : методические указания к выполнению практических работ для МТФ направления 151000 по профилю "Машины и автоматы пищевых производств" всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Керженцев]. - Новосибирск, 2013. - 42, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180683 Проектирование оборудования пищевых производств. Ч. 2 : методические указания к выполнению практических работ для 4-5 курсов МТФ направления 151000.62 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Керженцев]. - Новосибирск, 2014. - 52, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000207827

2	Подготовка к занятиям	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 2, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 3, 30, 31, 4, 5, 6, 7, 8, 9	30	0
Подготовка к занятиям предполагает систематическое изучение дисциплины в течение семестра, закрепление и углубление полученных знаний и навыков, подготовка к предстоящим занятиям, самостоятельность в поиске и приобретении новых знаний и умений. Подготовка к занятиям включает в себя: работу с конспектом лекции, дополнение конспекта учебным материалом (учебника, учеб-ного пособия, первоисточника, дополнительной литературы, нормативных документов и материалом электронного ресурса и сети Интернет); конспектирование текста (работа со справочниками, нормативными документами); аналитическая обработка текста (аннотирование, редактирование, конспект-анализ); подготовка сообщений на семинаре; подготовка рефератов на заданную тему; ответы на контрольные вопросы; решение задач и упражнений по образцу; выполнение чертежей и схем. : Проектирование оборудования пищевых производств. Ч. 1 : методические указания к выполнению практических работ для МТФ направления 151000 по профилю "Машины и автоматы пищевых производств" всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Керженцев]. - Новосибирск, 2013. - 42, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180683 Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042 Проектирование оборудования пищевых производств. Ч. 2 : методические указания к выполнению практических работ для 4-5 курсов МТФ направления 151000.62 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Керженцев]. - Новосибирск, 2014. - 52, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000207827				
3	Дополнительная учебная деятельность	3	10	0
При подготовке студент проводит следующие работы: чтение текста (учебника, учеб-ного пособия, первоисточника, дополнительной литературы) и конспектирование текста (работа со справочниками, нормативными документами); аналитическую обработку текста (аннотирование, редактирование, конспект-анализ); подготовку сообщений на семинаре; подготовку рефератов на заданную тему; решение задач и упражнений по образцу; решение вариативных задач и упражнений; выполнение чертежей и схем; : Проектирование оборудования пищевых производств. Ч. 1 : методические указания к выполнению практических работ для МТФ направления 151000 по профилю "Машины и автоматы пищевых производств" всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Керженцев]. - Новосибирск, 2013. - 42, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180683 Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042 Проектирование оборудования пищевых производств. Ч. 2 : методические указания к выполнению практических работ для 4-5 курсов МТФ направления 151000.62 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Керженцев]. - Новосибирск, 2014. - 52, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000207827				
4	Подготовка к аттестации	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 2, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 3, 30, 31, 4, 5, 6, 7, 8, 9	0	2

Изучение лекционного материала: Проектирование оборудования пищевых производств. Ч. 1 : методические указания к выполнению практических работ для МТФ направления 151000 по профилю "Машины и автоматы пищевых производств" всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Керженцев]. - Новосибирск, 2013. - 42, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180683 Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042 Проектирование оборудования пищевых производств. Ч. 2 : методические указания к выполнению практических работ для 4-5 курсов МТФ направления 151000.62 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Керженцев]. - Новосибирск, 2014. - 52, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000207827

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Портал НГТУ

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Дискуссия	ОПК.5; ПК.1; ПК.10; ПК.2; ПК.4; ПК.5; ПК.6; ПК.7; ПК.9;
Формируемые умения: з1. знать виды патентного поиска аналогов; з10. знать условные обозначения кинематических схем; з2. знает методы оптимального проектирования машин и механизмов; з21. знать основные классы материалов, используемых для изготовления деталей машин; з23. знает конструктивные особенности разрабатываемых и используемых технических средств и материалов; з24. знает методы расчета узлов и деталей машин на прочность и жесткость; з25. знает принципы работы соединений узлов и деталей машин и выбора их технических характеристик; з3. знать технологические основы снижения себестоимости изготовления машин; з30. знать основные виды механизмов, классификацию механизмов и машин; з39. знать устройство машин, характеризующихся специфическими механическими воздействиями на продукт; з4. знать закономерности формирования показателей качества машины и отдельных ее деталей; з40. знает методики проектирования машин, методики расчетов с учетом допускаемых напряжений, методы обеспечения несущей способности конструкций на жесткость и устойчивость; з41. знает методы улучшения технических параметров машин и возможности выполнения ими основных операций по переработке продукта; з42. знает о требованиях, предъявляемых к проектированию механизмов и машин и обеспечению безопасности труда ими; з43. знает о технологических операциях в поточных и роторно-конвейерных линиях пищевых производств; з5. знает теорию построения технических чертежей; з70. знает о множестве задач прочностной надежности, решаемых в процессе проектирования конструкции, и методах их решения в зависимости от особенностей конструкции; з8. знает факторы, влияющие на производительность, мощность и силы сопротивления, возникающие при переработке продукта; з9. знать назначение, устройство и работу типовых узлов и их механизмов; у10. умеет применить чертеж, технический рисунок для графического представления информации; у11. умеет выполнять и читать технические схемы, чертежи и эскизы деталей, узлов и агрегатов машин, сборочных чертежей и чертежей общего вида; у15. умеет проектировать и конструировать основные узлы технологического оборудования и элементы технологического процесса с применением специализированных компьютерных программ; у15. уметь разбираться в устройстве основных узлов оборудования по их чертежам; у2. уметь применять справочную и техническую литературу; у20. уметь выбирать, обосновывая свой выбор, и использовать для расчета прочностной надежности конкретный метод в зависимости от особенностей конструкции, сравнивать результаты расчета, полученные различными методами, оценивать их точность; у21. умеет использовать компьютерные графические системы для: построения рисунка, чертежа изделия, создания трехмерной виртуальной модели объекта; у3. уметь работать с нормативно-технической документацией; у4. умеет выбирать и сравнивать однотипные единицы технологического оборудования для производственного цикла; у4. уметь проводить библиографическую и информационно-поисковую работы, использовать ее результаты при решении профессиональных задач и оформлении научных трудов; у8. уметь производить анализ кинематической структуры оборудования по его кинематической схеме; у9. умеет использовать стандарты ЕСКД, конструкторскую документацию (чертежную и текстовую) в производственной и проектной работе Краткое описание применения: Обсуждение актуальных проблем в области проектирования оборудования предприятий пищевых производств		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 7		
<i>Практические занятия:</i>	42	80
<i>Зачет:</i>	8	20
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Проектирование оборудования пищевых производств. Ч. 1 : методические указания к выполнению практических работ для МТФ направления 151000 по профилю "Машины и автоматы пищевых производств" всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Керженцев]. - Новосибирск, 2013. - 42, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180683 "		
Семестр: 8		
<i>Практические занятия:</i>	8	15
<i>Курсовой проект: Итого</i>	0	45
Контролирующие материалы приводятся в "Проектирование оборудования пищевых производств. Ч. 1 : методические указания к выполнению практических работ для МТФ направления 151000 по профилю "Машины и автоматы пищевых производств" всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Керженцев]. - Новосибирск, 2013. - 42, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180683 "		
<i>Экзамен:</i>	20	40
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Проектирование оборудования пищевых производств. Ч. 2 : методические указания к выполнению практических работ для 4-5 курсов МТФ направления 151000.62 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Керженцев]. - Новосибирск, 2014. - 52, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000207827 "		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Защита КП/КР	Зачет	Экзамен
ОПК.5	у4. уметь проводить библиографическую и информационно-поисковую работы, использовать ее результаты при решении профессиональных задач и оформлении научных трудов		+	+
ПК.1	з1. знать виды патентного поиска аналогов		+	+
	з39. знать устройство машин, характеризующихся специфическими механическими воздействиями на продукт	+	+	+
	з40. знает методики проектирования машин, методики расчетов с учетом допускаемых напряжений, методы обеспечения несущей способности конструкций на жесткость и устойчивость		+	+
	з41. знает методы улучшения технических параметров машин и возможности выполнения ими основных операций по переработке продукта		+	+
	з42. знает о требованиях, предъявляемых к проектированию механизмов и машин и обеспечению безопасности труда ими		+	+
	з43. знает о технологических операциях в поточных и роторно-конвейерных линиях пищевых производств		+	+
	з70. знает о множестве задач прочностной надежности, решаемых в процессе проектирования конструкции, и методах их решения в зависимости от особенностей конструкции		+	+

	у2. уметь применять справочную и техническую литературу		+	+
	у3. уметь работать с нормативно-технической документацией		+	+
ПК.10	з3. знать технологические основы снижения себестоимости изготовления машин		+	+
ПК.2	у15. умеет проектировать и конструировать основные узлы технологического оборудования и элементы технологического процесса с применением специализированных компьютерных программ		+	+
	у21. умеет использовать компьютерные графические системы для: построения рисунка, чертежа изделия, создания трехмерной виртуальной модели объекта		+	+
ПК.4	у8. уметь производить анализ кинематической структуры оборудования по его кинематической схеме		+	+
ПК.5	з10. знать условные обозначения кинематических схем		+	+
	з21. знать основные классы материалов, используемых для изготовления деталей машин		+	+
	з23. знает конструктивные особенности разрабатываемых и используемых технических средств и материалов		+	+
	з24. знает методы расчета узлов и деталей машин на прочность и жесткость		+	+
	з25. знает принципы работы соединений узлов и деталей машин и выбора их технических характеристик		+	+
	з30. знать основные виды механизмов, классификацию механизмов и машин		+	+
	з8. знает факторы, влияющие на производительность, мощность и силы сопротивления, возникающие при переработке продукта		+	+
	з9. знать назначение, устройство и работу типовых узлов и их механизмов		+	+
	у15. уметь разбираться в устройстве основных узлов оборудования по их чертежам		+	+
	у20. уметь выбирать, обосновывая свой выбор, и использовать для расчета прочностной надежности конкретный метод в зависимости от особенностей конструкции, сравнивать результаты расчета, полученные различными методами, оценивать их точность		+	+
ПК.6	з5. знает теорию построения технических чертежей		+	+
	у10. умеет применить чертеж, технический рисунок для графического представления информации		+	+
	у11. умеет выполнять и читать технические схемы, чертежи и эскизы деталей, узлов и агрегатов машин, сборочных чертежей и чертежей общего вида		+	+
	у9. умеет использовать стандарты ЕСКД, конструкторскую документацию (чертежную и текстовую) в производственной и проектной работе		+	+
ПК.7	з2. знает методы оптимального проектирования машин и механизмов		+	+
	у4. умеет выбирать и сравнивать однотипные единицы технологического оборудования для производственного цикла		+	+
ПК.9	з4. знать закономерности формирования показателей качества машины и отдельных ее деталей		+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств : учебник [для вузов по направлению подготовки 260600 "Пищевая инженерия"] / А. Н. Остриков [и др.]. - СПб., 2009. - 407 с. : ил., табл.
2. Керженцев В. А. Проектирование оборудования пищевых производств. Ч. 1 : [конспект лекций] / В. А. Керженцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 59, [3] с. : граф., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000167408
3. Керженцев В. А. Проектирование оборудования пищевых производств. Ч. 2 : конспект лекций / В. А. Керженцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 76, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178056
4. Керженцев В.А. Проектирование оборудования пищевых производств. Часть 1. Циклически работающие машины [Электронный ресурс]: конспект лекций/ В.А. Керженцев— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011.— 63 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45145.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Керженцев В.А. Проектирование оборудования пищевых производств. Часть 2. Ациклически работающие машины [Электронный ресурс]: конспект лекций/ В.А. Керженцев— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012.— 78 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45146.html>.— ЭБС «IPRbooks»

Дополнительная литература

1. Курочкин А. А. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов перерабатывающих производств : учебное пособие для вузов по специальности 110303 "Механизация переработки сельскохозяйственной продукции" / А. А. Курочкин, В. М. Зимняков ; под ред. А. А. Курочкина ; Международная ассоциация "Агрообразование". - М., 2006. - 318, [1] с. : ил.
2. Пищевая инженерия : справочник с примерами расчетов / под ред. Кеннета Дж. Валентаса, Энрике Ротштейна, Р. Пола Сингха ; пер. с англ. под общ. ред. А. Л. Ишевского. - СПб., 2004. - 845 с., [4] л. вкл. : ил., табл., схемы. - На обл. : Кеннет Дж. Валентос, Энрике Ротштейн, Р. Пол Сингх.
3. Ковалевский В. И. Проектирование технологического оборудования и линий : [учебное пособие для вузов] / В. И. Ковалевский. - СПб., 2007. - 315, [1] с. : ил., черт., табл.
4. Компьютерные технологии при проектировании и эксплуатации технологического оборудования : [учебное пособие для вузов по специальности 260302 (271300) "Пищевая инженерия малых предприятий" направления подготовки дипломированного специалиста 260600 (655800) "Пищевая инженерия"] / [Г. В. Алексеев и др.]. - СПб., 2006. - 291, [2] с. : ил.
5. Виноградов Ю. Н. Проектирование предприятий мясомолочной отрасли и рыбообрабатывающих производств. Теоретические основы общестроительного проектирования : [учебное пособие для вузов по направлению 260300 "Технология сырья и продуктов животного происхождения" для специальностей 260301, 260302, 260303] / Ю. Н. Виноградов, В. Д. Косой, О. Ю. Новик. - СПб., 2005. - 328, [2] с. : ил.
6. Ивашов В. И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. В 2 ч.. Ч. 2. Оборудование для переработки мяса : [учебное пособие для вузов] / В. И. Ивашов. - СПб., 2007. - 457, [1] с. : ил., схемы
7. Зайчик Ц. Р. Курсовое и дипломное проектирование технологического оборудования пищевых производств. Методическое руководство : учебное пособие для вузов по специальностям 170600 "Машины и аппараты пищевых производств" [и др.] / Ц. Р. Зайчик, А. И. Драгилев, Б. Н. Федоренко. - М., 2004. - 152 с. : ил.

8. Алгоритм дипломного проектирования (по направлению подготовки дипломированных специалистов 655800 "Пищевая инженерия") : учебное пособие для вузов / [С. Т. Антипов. и др.] ; под ред. В. А. Панфилова. - М., 2006. - 134, [1] с. : табл.

9. Кретов И. Т. Инженерные расчеты технологического оборудования предприятий бродильной промышленности : [учебное пособие для вузов по направлению "Пищевая инженерия"] / И. Т. Кретов, С. Т. Антипов, С. В. Шахов. - М., 2006. - 390, [1] с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>

2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

4. ЭБС "Znaniyum.com" : <http://znaniyum.com/>

5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Проектирование оборудования пищевых производств. Ч. 1 : методические указания к выполнению практических работ для МТФ направления 151000 по профилю "Машины и автоматы пищевых производств" всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Керженцев]. - Новосибирск, 2013. - 42, [3] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180683

2. Проектирование оборудования пищевых производств. Ч. 2 : методические указания к выполнению практических работ для 4-5 курсов МТФ направления 151000.62 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Керженцев]. - Новосибирск, 2014. - 52, [2] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000207827

3. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Компас 3D

2 Microsoft Office

3 SolidEdge

9. Материально-техническое обеспечение

Комплект оборудования

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс №6	Проведение лекционных, практических и лабораторных занятий.
2	Проектор BenQ W1200 DLP 1800 ANSI 1080P(к.5, ауд.250)	Для проведения занятий со студентами

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
---	--------------	------------

1	Комплект мультимедийного оборудования	Для проведения практических занятий и лабораторных работ
---	---------------------------------------	--

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра проектирования технологических машин

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН МТФ
к.т.н., доцент В.В. Янпольский
“ ” _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование оборудования пищевых производств

Образовательная программа: 15.03.02 Технологические машины и оборудование, профиль:
Оборудование пищевых производств

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине «Проектирование оборудования пищевых производств» приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.5 способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	у4. уметь проводить библиографическую и информационно-поисковую работы, использовать ее результаты при решении профессиональных задач и оформлении научных трудов	Введение в дисциплину "ПТО". Бально-рейтинговая система. Темы лекционных занятий. Темы практических занятий, Темы курсовых проектов. технологические единицы поточных линий. классы технологических операций, производимых машинами. Классификация аппаратов и их основные характеристики. Общие сведения об оболочках аппаратов (цилиндрических, прямоугольных и других). Аппараты, работающие при невысоком избыточном давлении (не более 0,07 МПа), рекомендации по проектированию. Расчеты аппаратов по наименьшей металлоёмкости. Расчеты аппаратов, нагруженных высоким внутренним давлением. Виды днищ аппаратов (сферических, торовых, торо-сферических, эллиптических и других), особенности проектирования днищ с помощью соотношений конструктивных размеров торового перехода, соотношений радиусов сферической части и торовой, радиусов цилиндрической части и высоты выпуклой части. Применение этих конструктивных параметров к расчету эллиптических днищ. Общие рекомендации по проектированию днищ.	практическая работа № 17, семестр 8 практическая работа №18, семестр 8 курсовой проект, семестр 8	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8
ПК.1/НИ способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	з1. знать виды патентного поиска аналогов	Вибротехника: общие положения, вибрация как гармонический колебательный процесс, понятия о параметрах вибрации. Собственные и вынужденные колебания и возмущающая сила. Электродвигатель с неуравновешенным ротором на упругой балке - пример колебательной системы; центробежные силы инерции такой системы и уравнение ее движения. Собственная частота системы и её коэффициент дина-	практическая работа № 12, семестр 8 практическая работа № 13, семестр 8 практическая работа № 14, семестр 8 курсовой проект, семестр 8	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8

		мичности. Вибропривод, инерционный вибратор, его характеристики. Проектирование ротора молотковой дробилки		
ПК.1/НИ	з39. знать устройство машин, характеризующих специфическими механическими воздействиями на продукт	Расчеты и разработка циклограммы роторно-конвейерной машины. Структура роторной машины и роторно-конвейерной линии, их производительность. Представление об элементах цикловой диаграммы движений РО. Правила построения цикловой диаграммы. фазовые времена и времена перекрытий в цикловой диаграмме. Типовые циклические механизмы - кулачковые. структура кулачкового механизма и элементы профиля кулачка. Безразмерные коэффициенты движения (БКД): введение новой безразмерной переменной для интервала движения, выражение закона движения на интервале в дискретной форме, представление графика закона в виде безразмерных коэффициентов движения (пути, скорости и ускорения) в табличной форме.	пр практическая работа № 1, семестр 7 курсовой проект, семестр 8	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8
ПК.1/НИ	з40. знает методики проектирования машин, методики расчетов с учетом допускаемых напряжений, методы обеспечения несущей способности конструкций на жесткость и устойчивость	Расчет коромыслового кулачкового механизма. Расчет профиля кулачка с коромысловым толкателем методом решения треугольников. Общий порядок проектирования кулачкового механизма и расчета профиля кулачка, обеспечивающего косинусоидальный закон движения толкателя.	практическая работа № 5, семестр 7	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8
ПК.1/НИ	з41. знает методы улучшения технических параметров машин и возможности выполнения ими основных операций по переработке продукта	Общие условия работы быстровращающихся ротационных устройств, создание ими поля специфических центробежных и центростремительных полей сил для перерабатываемого продукта; проблемы эксплуатации и проектирования их (неуравновешенность масс, изгибы валов, нагрузки на подшипниковые узлы, шум). Влияние технических характеристик сепараторов и центрифуг на индекс производительности и фактор разделения суспензий. Расчеты на прочность дисков ротационных машин, их критическая скорость вращения и удельная прочность материала. Расчеты неперфорированных и перфорированных обечеек центрифуг, влияние степени перфорации на приведенную плот-	практическая работа № 14, семестр 8 практическая работа № 15, семестр 8 практическая работа № 4, семестр 7 практическая работа № 8, семестр 7 практическая работа № 9, семестр 7	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8

		ность материала. По заданной производительности машины-автомата определить число позиций ротора. Применение и использование шнековых устройств (как транспортирующих средств внутри и между машинами, нагнетателей в экструдерах, выпрессовывателей в сокоотделяющих прессах). Конструктивные параметры шнековых устройств, условия продвижения частицы шнеком, коэффициент подачи и степень сжатия продукта шнеком. Экструдеры, расходно-напорные характеристики (РНХ) формующего канала матрицы, РНХ нагнетающего канала шнека; графическое определение оптимальных характеристик (давления и производительности) экструдера. Аналитический расчет геометрических параметров шнека (наружного, внутреннего диаметров витков шнека, шага витков и других), использование конструктивных коэффициентов при расчете. Прочностной расчет элементов шнека. Материал деталей шнека и их конструирование.	практическая работа № 10, семестр 7 курсовой проект, семестр 8	
ПК.1/НИ	342. знает о требованиях, предъявляемых к проектированию механизмов и машин и обеспечению безопасности труда ими	Произвести расчет безразмерных коэффициентов движения для закона косинусоиды на рассматриваемом интервале. Типовые циклические механизмы, шарнирно-рычажные системы: кривошипно-ползунные, мальтийские и другие, возможности вписывания их по геометрическим размерам в конструкцию машины	практическая работа № 3, семестр 7	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8
ПК.1/НИ	343. знает о технологических операциях в поточных и роторно-конвейерных линиях пищевых производств	Вибротехника: общие положения, вибрация как гармонический колебательный процесс, понятия о параметрах вибрации. Собственные и вынужденные колебания и возмущающая сила. Электродвигатель с неуравновешенным ротором на упругой балке - пример колебательной системы; центробежные силы инерции такой системы и уравнение ее движения. Собственная частота системы и её коэффициент динамичности. Вибропривод, инерционный вибратор, его характеристики. ПР №2. Определить в структуре машины три РО.	практическая работа № 11, семестр 8 практическая работа № 12, семестр 8 практическая работа № 13, семестр 8 практическая работа № 2, семестр 7	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8

ПК.1/НИ	з70. знает о множестве задач прочностной надежности, решаемых в процессе проектирования конструкции, и методах их решения в зависимости от особенностей конструкции	Общие условия работы быстровращающихся ротационных устройств, создание ими специфических центробежных и центростремительных полей сил для перерабатываемого продукта; проблемы эксплуатации и проектирования их (неуравновешенность масс, изгибы валов, нагрузки на подшипниковые узлы, шум). Влияние технических характеристик сепараторов и центрифуг на индекс производительности и фактор разделения суспензий. Расчеты на прочность дисков ротационных машин, их критическая скорость вращения и удельная прочность материала. Расчеты неперфорированных и перфорированных обечаек центрифуг, влияние степени перфорации на приведённую плотность материала. ПР7. Построение кулачкового РУВ, для звеньев РО.	практическая работа № 14, семестр 8 практическая работа № 15, семестр 8 практическая работа № 7, семестр 7	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8
ПК.1/НИ	у2. уметь применять справочную и техническую литературу	Классификация аппаратов и их основные характеристики. Общие сведения об оболочках аппаратов (цилиндрических, прямоугольных и других). Аппараты, работающие при невысоком избыточном давлении (не более 0,07 МПа), рекомендации по проектированию. Расчеты аппаратов по наименьшей металлоёмкости. Расчеты аппаратов, нагруженных высоким внутренним давлением. Виды днищ аппаратов (сферических, торовых, торо-сферических, эллиптических и других), особенности проектирования днищ с помощью соотношений конструктивных размеров торового перехода, соотношений радиусов сферической части и торовой, радиусов цилиндрической части и высоты выпуклой части. Применение этих конструктивных параметров к расчету эллиптических днищ. Общие рекомендации по проектированию днищ. Ротационные устройства: сепараторы и центрифуги для жидких продуктов.	практическая работа № 17, семестр 8 практическая работа № 18, семестр 8 практическая работа № 14, семестр 8 курсовой проект, семестр 8	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8
ПК.1/НИ	у3. уметь работать с нормативно-технической документацией	Классификация аппаратов и их основные характеристики. Общие сведения об оболочках аппаратов (цилиндрических, прямоугольных и других). Аппараты, работающие при невысоком избыточном давлении (не более 0,07 МПа), рекомендации по проектиро-	практическая работа № 17, семестр 8 практическая работа № 18, семестр 8	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8

		ванию. Расчеты аппаратов по наименьшей металлоёмкости. Расчеты аппаратов, нагруженных высоким внутренним давлением. Виды днищ аппаратов (сферических, торовых, торо-сферических, эллиптических и других), особенности проектирования днищ с помощью соотношений конструктивных размеров торового перехода, соотношений радиусов сферической части и торовой, радиусов цилиндрической части и высоты выпуклой части. Применение этих конструктивных параметров к расчету эллиптических днищ. Общие рекомендации по проектированию днищ. Типовые циклические механизмы, шарнирно-рычажные системы: кривошипно-ползунные, мальтийские и другие, возможности вписывания их по геометрическим размерам в конструкцию машины	курсовой проект, семестр 8	
ПК.10/ПТ способность обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления, умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий	з3. знать технологические основы снижения себестоимости изготовления машин	Общие условия работы быстровращающихся ротационных устройств, создание ими специфических центробежных и центростремительных полей сил для перерабатываемого продукта; проблемы эксплуатации и проектирования их (неуравновешенность масс, изгибы валов, нагрузки на подшипниковые узлы, шум). Влияние технических характеристик сепараторов и центрифуг на индекс производительности и фактор разделения суспензий. Расчеты на прочность дисков ротационных машин, их критическая скорость вращения и удельная прочность материала. Расчеты неперфорированных и перфорированных обечаек центрифуг, влияние степени перфорации на приведённую плотность материала. Типовые циклические механизмы, шарнирно-рычажные системы: кривошипно-ползунные, мальтийские и другие, возможности вписывания их по геометрическим размерам в конструкцию машины	практическая работа № 12, семестр 8 практическая работа № 13, семестр 8 практическая работа № 14, семестр 8 курсовой проект, семестр 8	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8
ПК.2/НИ умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проек-	у15. умеет проектировать и конструировать основные узлы технологического оборудования и элементы технологического процесса с применением специализирован-	Расчет скорости продвижения сыпучего продукта по поверхности лотка. Проектирование ротора молотковой дробилки	практическая работа № 13, семестр 8 практическая работа № 14, семестр 8	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8

тирования, готовность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	ных компьютерных программ		практическая работа № 16, семестр 8	
ПК.2/НИ	у21. умеет использовать компьютерные графические системы для: построения рисунка, чертежа изделия, создания трехмерной виртуальной модели объекта	Изучение особенностей работы вибротолка. По заданной производительности машины-автомата определить число позиций ротора.	практическая работа № 11, семестр 8 практическая работа № 4, семестр 7	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8
ПК.4/НИ способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности	у8. уметь производить анализ кинематической структуры оборудования по его кинематической схеме	Расчеты и разработка циклограммы роторно-конвейерной машины. Построение кулачкового РУВ для звеньев РО.	практическая работа № 1, семестр 7, практическая работа № 7, семестр 7	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8
ПК.5/ПК способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	з8. знает факторы, влияющие на производительность, мощность и силы сопротивления, возникающие при переработке продукта	По заданной производительности машины-автомата определить число позиций ротора. Применение и использование шнековых устройств (как транспортирующих средств внутри и между машинами, нагнетателей в экструдерах, выпрессовывателей в сокоотделяющих прессах). Конструктивные параметры шнековых устройств, условия продвижения частицы шнеком, коэффициент подачи и степень сжатия продукта шнеком. Экструдеры, расходно-напорные характеристики (РНХ) формирующего канала матрицы, РНХ нагнетающего канала шнека; графическое определение оптимальных характеристик (давления и производительности) экструдера. Аналитический расчет геометрических параметров шнека (наружного, внутреннего диаметров витков шнека, шага витков и других), использование конструктивных коэффициентов при расчете. Прочностной расчет элементов шнека. Материал деталей шнека и их конструирование.	практическая работа № 4, семестр 7 практическая работа № 8, семестр 7 практическая работа № 9, семестр 7 практическая работа № 10, семестр 7 курсовой проект, семестр 8	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8
ПК.5/ПК	з9. знать назначение, устройство и работу типовых узлов и их механизмов	Типовые циклические механизмы - кулачковые. структура кулачкового механизма и элементы профиля кулачка. Безразмерные коэффициенты движения (БКД): введение новой безразмерной переменной для интервала движения, выражение закона движения	практическая работа № 3, семестр 7 практическая работа № 2, семестр 7	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8

		на интервале в дискретной форме, представление графика закона в виде безразмерных коэффициентов движения (пути, скорости и ускорения) в табличной форме.		
ПК.5/ПК	з10. знать условные обозначения кинематических схем	Определить в структуре машины РО. Типовые циклические механизмы - шарнирно-рычажные системы: кривошипно-ползунные, мальтийские и другие, возможности вписывания их по геометрическим размерам в конструкцию машины	практическая работа № 3, семестр 7	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8
ПК.5/ПК	з21. знать основные классы материалов, используемых для изготовления деталей машин	Произвести расчет изгибающего момента действующего на спираль (лопасть) шнека экструдера. Проектирование ротора молотковой дробилки	практическая работа № 8, семестр 7 практическая работа № 9, семестр 7 практическая работа № 10 семестр 7 практическая работа № 16, семестр 8	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8
ПК.5/ПК	з23. знает конструктивные особенности разрабатываемых и используемых технических средств и материалов	Классификация аппаратов и их основные характеристики. Общие сведения об оболочках аппаратов (цилиндрических, прямоугольных и других). Аппараты, работающие при невысоком избыточном давлении (не более 0,07 МПа), рекомендации по проектированию. Расчеты аппаратов по наименьшей металлоёмкости. Расчеты аппаратов, нагруженных высоким внутренним давлением. Виды днищ аппаратов (сферических, торовых, торо-сферических, эллиптических и других), особенности проектирования днищ с помощью соотношений конструктивных размеров торового перехода, соотношений радиусов сферической части и торовой, радиусов цилиндрической части и высоты выпуклой части. Применение этих конструктивных параметров к расчету эллиптических днищ. Общие рекомендации по проектированию днищ. Расчеты аппаратов на наименьшую массу, необходимую для изготовления аппарата (металлоёмкость)	практическая работа № 17, семестр 8 практическая работа № 18, семестр 8	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8
ПК.5/ПК	з24. знает методы расчета узлов и деталей машин на прочность и жест-	Вибротехника: общие положения, вибрация как гармонический колебательный процесс, понятия о параметрах	практическая работа № 11, семестр 8	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8

	кость	вибрации. Собственные и вынужденные колебания и возмущающая сила. Электродвигатель с неуравновешенным ротором на упругой балке - пример колебательной системы; центробежные силы инерции такой системы и уравнение ее движения. Собственная частота системы и её коэффициент динамичности. Вибропривод, инерционный вибратор, его характеристики. Применение и использование шнековых устройств (как транспортирующих средств внутри и между машинами, нагнетателей в экструдерах, выпрессовывателей в сокоотделяющих прессах). Конструктивные параметры шнековых устройств, условия продвижения частицы шнеком, коэффициент подачи и степень сжатия продукта шнеком. Экструдеры, расходно-напорные характеристики (РНХ) формующего канала матрицы, РНХ нагнетающего канала шнека; графическое определение оптимальных характеристик (давления и производительности) экструдера. Аналитический расчет геометрических параметров шнека (наружного, внутреннего диаметров витков шнека, шага витков и других), использование конструктивных коэффициентов при расчете. Прочностной расчет элементов шнека. Материал деталей шнека и их конструирование.	практическая работа № 12, семестр 8 практическая работа № 13, семестр 8 практическая работа № 8, семестр 7 практическая работа № 9, семестр 7 практическая работа № 10, семестр 7 курсовой проект, семестр 8	
ПК.5/ПК	з25. знает принципы работы соединений узлов и деталей машин и выбора их технических характеристик	Произвести расчет изгибающего момента действующего на спираль (лопасть) шнека экструдера.	практическая работа № 8, семестр 7 практическая работа № 9, семестр 7 практическая работа № 10, семестр 7	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8
ПК.5/ПК	з30. знать основные виды механизмов, классификацию механизмов и машин	Введение в дисциплину "ПТО". Бально-рейтинговая система. Темы практических занятий для организации работы над курсовыми проектами по технологическим единицам поточных линий. Классы технологических операций, производимых машинами. Построение кулачкового РУВ, для звеньев РО.	практическая работа № 1, семестр 7 практическая работа № 7, семестр 7	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8

ПК.5/ПК	у15. уметь разбираться в устройстве основных узлов оборудования по их чертежам	Рассчитать по заданным параметрам шнековое устройство для транспортирования пищевого сыпучего продукта. ПР5.Расчет коромыслового кулачкового механизма.	практическая работа № 5, семестр 7 практическая работа № 8, семестр 7	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8
ПК.5/ПК	у20. уметь выбирать, обосновывая свой выбор, и использовать для расчета прочностной надежности конкретный метод в зависимости от особенностей конструкции, сравнивать результаты расчета, полученные различными методами, оценивать их точность	Определить в структуре машины три РО. Типовые циклические механизмы и шарнирно-рычажные системы: кривошипно-ползунные, мальтийские и другие, возможности вписывания их по геометрическим размерам в конструкцию машины	практическая работа № 2, семестр 7 курсовой проект, семестр 8	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8
ПК.6/ПК способность разрабатывать рабочую проектно-техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	з5. знает теорию построения технических чертежей	Проектирование ротора молотковой дробилки	практическая работа № 16, семестр 8 курсовой проект, семестр 8	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8
ПК.6/ПК	у9. умеет использовать стандарты ЕСКД, конструкторскую документацию (чертежную и текстовую) в производственной и проектной работе	Классификация аппаратов и их основные характеристики. Общие сведения об оболочках аппаратов (цилиндрических, прямоугольных и других). Аппараты, работающие при невысоком избыточном давлении (не более 0,07 МПа), рекомендации по проектированию. Расчеты аппаратов по наименьшей металлоёмкости. Расчеты аппаратов, нагруженных высоким внутренним давлением. Виды днищ аппаратов (сферических, торовых, торосферических, эллиптических и других), особенности проектирования днищ с помощью соотношений конструктивных размеров торового перехода, соотношений радиусов сферической части и торовой, радиусов цилиндрической части и высоты выпуклой части. Применение этих конструкторских	практическая работа № 17, семестр 8 практическая работа № 18, семестр 8 курсовой проект, семестр 8	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8

		тивных параметров к расчету эллиптических днищ. Общие рекомендации по проектированию днищ. Типовые циклические механизмы, шарнирно-рычажные системы: кривошипно-ползунные, мальтийские и другие, возможности вписывания их по геометрическим размерам в конструкцию машины		
ПК.6/ПК	у10. умеет применить чертеж, технический рисунок для графического представления информации	Изучение особенностей работы вибролотка. Произвести расчет безразмерных коэффициентов движения для закона косинусоиды на рассматриваемом интервале.	практическая работа № 11, семестр 8 практическая работа № 12, семестр 8 практическая работа № 13, семестр 8 практическая работа № 2, семестр 7 практическая работа № 3, семестр 7	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8
ПК.6/ПК	у11. умеет выполнять и читать технические схемы, чертежи и эскизы деталей, узлов и агрегатов машин, сборочных чертежей и чертежей общего вида	Рассчитать по известным параметрам (внутреннему диаметру аппарата и толщинам стенки и днища) оптимальную высоту аппарата. Структура роторной машины и роторно-конвейерной линии, их производительность. Представление об элементах цикловой диаграммы движений РО. Правила построения цикловой диаграммы: фазовые времена и времена перекрытий в цикловой диаграмме.	практическая работа №17, семестр 8 практическая работа № 18, семестр 8 практическая работа № 1, семестр 7	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8
ПК.7/ПК умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений	з2. знает методы оптимального проектирования машин и механизмов	Вибротехника: общие положения, вибрация как гармонический колебательный процесс, понятия о параметрах вибрации. Собственные и вынужденные колебания и возмущающая сила. Электродвигатель с неуравновешенным ротором на упругой балке - пример колебательной системы; центробежные силы инерции такой системы и уравнение ее движения. Собственная частота системы и её коэффициент динамичности. Вибропривод, инерционный вибратор, его характеристики. Расчет по заданным параметрам шнекового устройства для транспортирования пищевого сыпучего продукта.	практическая работа № 11, семестр 8 курсовой проект, семестр 8 практическая работа № 12, семестр 8 практическая работа № 13, семестр 8 практическая работа № 8, семестр 7 практическая работа № 9, семестр 7	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8

ПК.7/ПК	у4. умеет выбирать и сравнивать однотипные единицы технологического оборудования для производства цикла	Определить в структуре машины три РО. Типовые циклические механизмы - кулачковые. структура кулачкового механизма и элементы профиля кулачка. Безразмерные коэффициенты движения (БКД): введение новой безразмерной переменной для интервала движения, выражение закона движения на интервале в дискретной форме, представление графика закона в виде безразмерных коэффициентов движения (пути, скорости и ускорения) в табличной форме.	практическая работа № 1, семестр 7 практическая работа № 2, семестр 7 практическая работа № 3, семестр 7 практическая работа № 4, семестр 7 курсовой проект, семестр 8	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8
ПК.9/ПК умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	з4. знает закономерности формирования показателей качества машины и отдельных ее деталей	Расчет прогиба однопролетного и консольного валов от центробежной силы инерции при вращения неуравновешенной массы и их сравнение. Расчет напряжений в материале вала при данном прогибе Расчет по заданным параметрам шнековое устройство для транспортирования пищевого сыпучего продукта.	практическая работа № 12, семестр 8 практическая работа № 14, семестр 8 практическая работа № 15, семестр 8 практическая работа № 8, семестр 7 практическая работа № 9, семестр 7	зачет, семестр 7 экзамен, семестр 8

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре в виде зачета и в 8 семестре в виде экзамена, которые направлены на оценку сформированности компетенций ОПК.5, ПК.1/НИ, ПК.10/ПТ, ПК.2/НИ, ПК.4/НИ, ПК.5/ПК, ПК.6/ПК, ПК.7/ПК, ПК.9/ПК.

Зачет и экзамен проводятся в устной форме, по билетам.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 8 семестре обязательным этапом текущей аттестации является курсовой проект. Требования к выполнению курсового проекта, состав и правила оценки сформулированы в паспорте курсового проекта.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.5, ПК.1/НИ, ПК.10/ПТ, ПК.2/НИ, ПК.4/НИ, ПК.5/ПК, ПК.6/ПК, ПК.7/ПК, ПК.9/ПК, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт зачета

по дисциплине «Проектирование оборудования пищевых производств», 7 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона теоретических вопросов, охватывающих возможности машин по качественной переработке пищевой продукции, теоретические принципы проектирования рабочих органов и рабочих камер машин, возможности упрощения конструкции и снижения нагрузок в деталях механизмов.. Второй вопрос выбирается из диапазона вопросов, связанных с практическим применением расчетных методик: объяснением факторов и параметров, задействованных для расчета конкретных узлов и механизмов машин (список вопросов приведен ниже). Причем эти вопросы могут относиться как к циклически работающим машинам, так и к машинам ациклического действия. В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня. Билет формируется по следующему образцу.

Форма билета для зачета

Новосибирский государственный технический университет
факультет МТФ

Билет № 4

к зачету по дисциплине «Проектирование оборудования пищевых производств»

1. Циклограмма машины-автомата и принцип построения линейной циклограммы.
2. Вдвижение продукта по наклонному лотку вибропитателя и «характеристика режима» этого движения.

Утверждаю: зав. кафедрой ПТМ _____ д.т.н., доц. Иванцовский В.В.
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен объяснить сущность расчетной методики, показать причинно-следственные связи между факторами, характеризующими производительность, нагрузки, мощность привода устройства оценка составляет менее 8 баллов.

- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных расчетных факторов и параметров, может показать взаимосвязи между ними. допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет от 8 до 10 *баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, дает правильную характеристику перерабатывающих процессов, проявлений силовых нагрузок, проводит анализ причин, приводящих к перегрузкам проектируемого механизма или машины, может указать действия РО, приводящих к качественной выработке продукции. не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет от 11 до 15 *баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ расчетных методик, технических подходов и проводит комплексный анализ взаимозависимых параметров, выявляет при математическом исследовании проблемы конструкции, предлагает новые варианты решения технической задачи, способен представить количественные характеристики, представляемые размерностями величин, приводит конкретные примеры из производственной практики, не допускает ошибок в расчетах и способен обосновать выбор расчетной методики, оценка составляет от 16 до 20 *баллов*.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенной ниже
Максимальная сумма баллов по всем заданиям, входящих в текущую аттестацию (ПР) и ответов на вопросы билета для зачета составляет $80 + 20 = 100$ баллов..

98-100	93-97	90-92	87-89	83-86	80-82	77-79	73-76	70-72	67-69	63-66	60-62	50-59	25-49	0-24
A+	A	A-	B+	B	B-	C+	C	C-	D+	D	D-	E	FX	F
отлично				хорошо				удовлетворительно					неудовлетворительно	
зачтено													незачтено	

. Вопросы к зачету по дисциплине «Проектирование оборудования пищевых производств»

- 1.Поточная линия и ее основные технологические единицы
- 2.Характеристика технологических операций первого и второго классов
- 3.Характеристика технологических операций третьего и четвертого классов
- 4.Структура роторной машины и роторно-конвейерной линии
- 5.Представление об элементах циклограммы движений рабочих органов машины-автомата
- 6.Циклограммы машин-автоматов и принцип построения линейной циклограммы
- 7.Временная циклограмма рабочих органов: фазовое время и время переходов
- 8.Временная циклограмма рабочих органов: перекрытия и неперекрытия движений
- 9.Возможности изменения циклограмм для повышения производительности
- 10.Виды кулачковых механизмов и периоды движений на профиле кулачка
11. Безразмерные коэффициенты движения на интервале рабочего хода кулачка
- 12.Безразмерные коэффициенты косинусоидального закона перемещения

13. Типовые законы циклических движений звеньев; виды ударных воздействий РО
14. Методика расчета профиля кулачка, имеющего коромысловый толкателем
15. Порядок расчета профиля кулачка и понятие о заострении рабочего профиля
16. Распределительно-управляющий вал машины-автомата; угол установки кулачков
17. Мальтийский механизм и графики движения его креста
18. Шнековые устройства: общие сведения, назначение и область применения
19. Конструктивные параметры шнеков и камер в шнековых устройствах
20. Передвижение частицы продукта шнеком, коэффициенты подачи и отставания
21. Степень сжатия продукта шнеком и факторы, влияющие на производительность
22. Рекомендации по проектированию шнековых устройств мясорубок и волчков
23. Шнековое устройство: конструкции и процесс нагнетания макаронного теста
24. Шнековый экструдер: особенности работы и графическое представление о расходно-напорных характеристиках
25. Расходно-напорные характеристики экструдера, коэффициенты формы канала шнека и коэффициент формы отверстия матрицы
26. Прочностной расчет шнека, определение толщины спирали и диаметра вала
27. Вибротехника в пищевых производствах: общие положения и параметры вибрационного процесса
28. Собственные и вынужденные колебания рабочего органа вибромашины, возмущающая сила и её факторы.
29. Амплитуда колебаний рабочего органа вибромашины, статический коэффициент и коэффициент динамичности
30. Устройство инерционного вибратора и его расчетные характеристики; способы регулирования величины дебаланса
31. Схема простейшей вибромашины в (общем виде) и ее характеристики
32. Движение продукта по лотку вибропитателя и «характеристика режима»
33. Конструктивные особенности маломощных и мощных пищевых вибромашин
34. Рекомендации по проектированию вибромашин и их опор
35. Ротационные машины, принципиальные схемы жидкостных сепараторов, центрифуг и возможности их совершенствования
36. Понятие о технических характеристиках и параметрах ротационных машин
37. Расчет на прочность быстровращающихся дисков ротационных машин
38. «Критическая скорость» и удельная прочность дисков ротационных машин
39. Особенности расчета цилиндрической неперфорированной обечайки центрифуг
40. Особенности расчета цилиндрической перфорированной обечайки центрифуг
41. «Критическая скорость» вращения валов ротационных машин, прогибы и жесткость валов
42. Конструкции опор валов ротационных машин; виброустойчивость опор валов
43. Классификация тепловых аппаратов пищевых производств (по форме сосудов)
44. Аппараты, применяемые для низкого давления; рекомендации по их проектированию
45. Понятие о расчетах аппаратов, обладающих наименьшей металлоемкостью
46. Понятие о расчетах тепловых аппаратов, нагруженных внутренним давлением.
47. Сферические и торосферические днища аппаратов, их геометрические характеристики
48. Особенности строения эллиптических днищ цилиндрических аппаратов.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Проектирование оборудования пищевых производств», 8 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Согласно специфики дисциплины вопросы в экзаменационных билетах формируются по результатам практических работ, выполненных студентами в данном семестре. Они составлены по следующему правилу: первый вопрос выбирается из категории теоретических вопросов, а второй является применением теории к практическим расчетам конкретных устройств перерабатывающих машин (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы по темам практических работ.

Форма экзаменационного билета

Новосибирский государственный технический университет
Факультет МТФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Проектирование оборудования пищевых производств»

1. Схема простейшей вибромашины и её характеристики (по ПР № 11).
2. Применение вибропривода в пневмосепараторе РЗ-БАБ, расчетная схема вибратора и его принцип расчета

Утверждаю: зав. кафедрой ПТМ _____
(подпись)

д.т.н., доц. Иванцовский В.В.

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен объяснить структуру машины, оценка составляет менее 20 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать связи в структуре машины, оценка составляет от 20 до 26 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов при переработке продукта и проводит анализ факторов и условий качественного получения готового продукта, оценка составляет от 27 до 33 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ факторов работы машины проводит комплексный анализ качества получаемого машиной продукта, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет от 34 до 40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплины экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенной ниже.

98-100	93-97	90-92	87-89	83-86	80-82	77-79	73-76	70-72	67-69	63-66	60-62	50-59	25-49	0-24
A+	A	A-	B+	B	B-	C+	C	C-	D+	D	D-	E	FX	F
отлично				хорошо				удовлетворительно				неудовлетворительно		
зачтено													незачтено	

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Проектирование оборудования пищевых производств»

1. Схема простейшей вибромашины на примере РЗ-БАБ и каковы ее характеристики в общем виде (ПР11)?
2. В чем отличие собственных и вынужденных колебаний рабочего органа (РО) вибромашины (ПР11)?
3. В чем необходимость применения вибропривода в пневмосепараторе РЗ-БАБ и его расчетная схема (ПР11).
4. Какие соответствия между обнаружить между принципиальной схемой РЗ-БАБ и её расчетной схемой (ПР11)?
5. Для чего необходим вибратор в системе пневмосепаратора (ПР11)?
6. В чем заключается принцип расчета приведённой массы для звена приведения (ПР12)?
7. В чем заключается принцип расчета приведённой жесткости для звена приведения (ПР12)?
8. В чем заключается метод малого параметра в расчетах приведенных масс и жесткостей для звена приведения (ПР12)?
9. С какой целью используются метод приведения масс и жесткостей к звену приведения в расчетах вибропривода (ПР12)?
10. С какой целью рассчитываются амплитуда колебаний рабочего органа вибромашины, статический коэффициент и коэффициент динамичности (ПР13).
11. Какие факторы используются для определения амплитуды колебаний звена приведения (ПР13)?
12. Что означает параметр «характеристика режима» для процесса движения продукта по наклонному лотку вибропитателя (ПР13).
13. Что характеризует «Коэффициент режима K_p » для лотка вибратора РЗ-БАБ» (ПР13)?
14. Какими факторами определяется скорость перемещения массы по лотку вибратора (ПР13)?
15. Какой вывод сделан в результате расчета вибропривода РЗ-БАБ (ПР13)?
16. Каким образом можно регулировать величину дебаланса в РЗ-БАБ (ПР13)?

17. Какие виды схем установки валов в подшипниковых парах применяют в ротационных машинах пищевых производств (ПР14)?
18. По какой причине возникает неуравновешенность масс деталей, навешанных на вал центрифуги (ПР14)?
19. Зачем необходимо рассчитывать собственную частоту колебаний вала центрифуги и какие факторы используются для её расчета (ПР14)?
20. В каком соотношении используются в формуле расчета собственной частоты колебаний вала центрифуги факторы жесткости и массы (ПР14)?
21. Чем характеризуется «критическая скорость» вращения валов ротационных машин, прогибы и жесткость валов (ПР14)?
22. Какие факторы изменяют стрелу прогиба вала центрифуги при увеличении скорости его вращения (ПР14)?
23. Если разница в величинах прогиба для однопролетного вала и консольно закрепленного вала (при всех прочих равных условиях)?
24. Для какого вала (однопролетного или консольного) величина прогиба является меньшей согласно проведенных расчетов (ПР14)?
25. Есть ли разница в числовых значениях прогибов вала центрифуги в дорезонансной и резонансной области частот при его вращении (ПР14)?
26. Какое условие применяется в расчете прогибов валов центрифуг для определения стрелы прогиба (ПР14)?
27. Виброустойчив ли вал центрифуги в режимах эксплуатации, принятых для расчетов данного варианта (ПР14)?
28. Какое значение диаметра вала центрифуги получено в результате расчетов для его изначально заданного диаметра (ПР14)?
29. Как определяется степень измельчения твердого продукта и какова его величина для рассчитываемой молотковой дробилки по измельчению сахарного песка в пудру (ПР15)?
30. Каков принцип использован (по силе удара) для определения диаметра ротора молотковой дробилки (ПР15)?
31. Каким образом можно исключить воздействие ударных импульсов на ось подвеса молотков и каков размер перемычки между осью и краем молотка в (ПР16) ?
32. Каков общий порядок расчета размеров аппаратов, обладающих наименьшей металлоемкостью (ПР17)?
33. Почему первым действием определения оптимальных размеров сосуда, работающего под давлением, необходимо рассчитать толщины его стенок (ПР17)?
34. Какой математический метод использован для расчета оптимальных размеров цилиндрического сосуда по наименьшей металлоёмкости (ПР17)?
35. При расчетах цилиндрического и прямоугольного сосудов равных объемов получен процент превышения площади одного из них; какого и на сколько (ПР17)?
36. Как определить, является ли цилиндрический сосуд толстостенным или тонкостенным (ПР17)?
37. С применением каких параметров ведут расчет геометрических форм сферических и торосферических днищ аппаратов (ПР18)?
38. Объяснить, каким образом можно получить с помощью коэффициентов форм различные виды днищ: сферические, плоские или торосферические (ПР18)?

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра проектирования технологических машин

**Паспорт
курсового проекта**

по дисциплине «Проектирование оборудования пищевых производств», 8 семестр

1. Методика оценки.

Задание: Спроектировать машину (узел машины, механизм, привод машины),
входящую в линию производства пищевого продукта _____

Название (тема) проектируемой машины _____

Код задания (определен прототипом для проектируемой машины) _____

Исходные данные:

- модель (тип) прототипа _____;
- производительность проектируемой машины _____;
- другие параметры (например, вид и мощность устанавливаемого привода, потребление воды, воздуха и пр.) _____.

Структура курсового проекта.

Пояснительная записка должна содержать: выбор и описание машин-аналогов и машины-прототипа (указанного кодом задания); анализ технологии производства продукта, её машинно-аппаратурной схемы (МАС), процессов, определение в структуре МАС места размещения машины; анализ преимуществ и выявление недостатков машин-аналогов; разработка вариантов проектируемой машины; составление кинематических, функциональных и принципиальных схем, разработка диаграмм нагрузок, временных диаграмм; составление расчетных схем и расчеты основных конструктивно-технологических параметров с использованием обоснованных методик; разработка вариантов конструкций, эскизов тяжелонагруженных деталей; выводы; список используемой литературы.

Объем пояснительной записки -40...50 страниц формата А4.

Графическая часть, чертежи:

- общий вид машины (механизма) – 1 лист формата А1;
- сборочный чертеж узла (механизма) -2 листа формата А1;
- перечень составных частей ВО;
- спецификация сборочных чертежей СБ.

Расчетно-пояснительная записка (РПЗ) оформляется в соответствии с ГОСТ 7.32-2001, ГОСТ 2.105 – 2001. Основные фрагменты оформления РПЗ приведены ниже.

Страницы текста должны быть выполнены печатным способом на одной стороне листа белой бумаги через полтора интервала. Цвет шрифта должен быть черным, высота букв - кегль № 14. Соблюдать следующие размеры полей: правое – 10 мм, верхнее, левое и нижнее – 20 мм

Номера разделов РПЗ нумеровать арабскими цифрами и записывать с абзацного отступа. Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всего текста за исключением приложений.

Разделы должны иметь заголовки. Названия заголовков разделов РПЗ принимать по номерам этапов, соответствующих строкам таблицы «Этапов...» (см. ниже). Заголовки

разделов следует печатать с абзацного отступа с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Страницы РПЗ следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы проставляют в центре в нижней части листа без точки. Титульный лист включают в общую нумерацию страниц РПЗ. Номер страницы на титульном листе не проставляют.

Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки диаграмм, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Иллюстрации могут быть в компьютерном исполнении, в том числе и цветные. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в тексте.

Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1» и располагается посередине строки. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенной точкой, например, Рисунок 1.1. Иллюстрации должны иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом:

Рисунок 1 – Детали прибора.

Цифровой материал оформляют в виде таблиц. Нумеруют таблицы аналогично нумерации иллюстраций и рисунков. Если в документе одна таблица, то она должна быть обозначена «Таблица 1». Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте. Оформление таблиц в документе должно соответствовать ГОСТ 1.5 и ГОСТ 2.105. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире, например:

Таблица ____ (номер) - _____ (наименование таблицы)

--	--	--	--	--

Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. На все таблицы должны быть ссылки в тексте. При ссылке следует писать слово таблица с указанием ее номера.

Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Формулы в тексте следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах всего документа арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке.

Нумерация формул в пределах раздела состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например (3.1). Ссылки на использованные источники следует приводить в квадратных скобках.

Этапы выполнения и защиты и оценки по позициям представлены в табл.

Этапы, Раздел РПЗ	Срок выполнения (понеделно)	Баллы	Количество часов самостоятельной работы	Прим.
1.Введение. Постановка цели, разработка задач	неделя № 3	4	2	
2.Анализ конструкций аналогов и прототипа	неделя № 8	6	5	
3.Расчет основных конструктивных и технологических параметров	неделя № 10	10	18	
4.Прочностные расчеты тяжело нагруженных деталей	неделя № 12	10	15	
5.Кинематические расчеты. Компоновка устройства	неделя № 14	6	10	
6.Составление перечня составных частей ВО и разработка спецификации СБ	неделя № 15	6	6	
7.Представление чертежей и защита КП	неделя № 16	3	4	
Итого		45	60	

Примечание: невыполнение одного пункта в срок – снимается один балл из общей оценки.

2. Критерии оценки.

- проект считается **не выполненным**, если, суммарная оценка первых пяти пунктов таблицы составляет менее 22 баллов.
- проект считается выполненным **на пороговом** уровне, если оценка составляет от 22 до 29 баллов.
- проект считается выполненным **на базовом** уровне, если оценка составляет от 30 до 37 баллов.
- проект считается выполненным **на продвинутом** уровне, если оценка составляет от 38 до 45 баллов.

3. Шкала оценок

В общей оценке по дисциплине баллы за проект учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системой, приведенной ниже.

98-100	93-97	90-92	87-89	83-86	80-82	77-79	73-76	70-72	67-69	63-66	60-62	50-59	25-49	0-24
A+	A	A-	B+	B	B-	C+	C	C-	D+	D	D-	E	FX	F
отлично				хорошо				удовлетворительно				неудовлетворительно		
зачтено													незачтено	

Для оценки КП, как отдельно учитываемой работы, итоговый балл за КП следует умножить на 2,222.

4. Перечень тем курсового проекта (с указанием кода задания по прототипу).

M112 P3-БКТ	Камнеотделитель зерновой
M131 A1-БМГ	Моечная машина для зернобобовых и круп
M141 КУМ (КУВ)	Моечная машина для овощей и плодов
M174 ФГШ-401К	Центрифуга для получения концентрированного сока
M211 МБТС	Триер для отделения примесей от зерна
M222 A1-БПК	Просеивающая машина для муки
M233A1-БИС-12	Ситовоздушный сепаратор для очистки зерна
M234 A1-КСБ	Просеиватель для сыпучих смесей (крупы, мука, горох)
M234aA1-БШМ 2,5	Машина для мокрого шелушения зерна
M236 P3-БРБ	Шестиприемный рассев (шкафного типа)
M252 Калибр	Универсальная калибровочная машина
M271 Г9-КОВ	Сепаратор очистки плодовоовощных соков
M311 A1-БВУ	Бичевая машина для отделения оболочек зерна
M314 P3-БМО	Обоечная бичевая машина отделения зерна от оболочек
M322 A1-БШМ2,5	Шлифовальная машина для риса и круп
M332 СВУ-2	Вальцедековый станок для шелушения гречихи и проса
M341 ВДГ-20	Дробилка-гребнеотделитель валкового типа (для винограда)
M344 Т1-КП2У	Машина для протирания томатов и др. семечковых
M345 КПУ-М	Протирочная машина для производства пюре
M352 КНА-600	Картофелеочистительная машина непрерывного действия
M371 ОСН-С	Сепаратор-сливкоотделитель (молоко)
M411 ЗМ2	Вальцовый двухсекционный станок измельчения зерна
M422 A1-БДГ	Дисковый деташер для измельчения крупы зерна
M423 P3-БЭЗ	Энтоллейтер фирмы Бюллер
M432 A2-ШИМ	Микромельница для измельчения в пудру сахара-песка
M434aЛЕ-6	Молотковая дробилка для ягод и яблок
M443 КДП-4М	Ножевая дробилка для растительного сырья
M444 Дробилка бесш	Штифтовая (без сита) для какао-крупки
M461 К6-ФВП	Волчок для среднего и мелкого измельчения мясного сырья
M463 Л5-ФКМ	Куттер для тонкого измельчения мясного фарша
M471 A1-ОГМ	Гомогенизатор для тонкого измельчения молочных продуктов
M514 Стандарт	Тестомесильная машина периодического действия
M522 ТМ-1М	Тестомесильная машина непрерывного действия
M523 ШВС-1	Лопастной вибросмеситель для приготовления теста
M542 ШЗД	Взбивальная машина для зефирной массы
M551 МТ-250	Смеситель с комбинированным РО для вязких масс
M561 Л5-ФМ2	Фаршемешалка для мясного и овощного продукта
M571 A1-ОЛО	Маслоизготовитель получения масла сбиванием сливок
M612 РМБ-1	Ротационная машина заготовок печенья
M614 ФПЛ-1	Отсадочная машина со струнной резкой (для
M622 A2-ХТН	Тестоделительная машина
M631 A1-КХП	Машина для формования кукурузных палочек
M632 МФБ-1	Экструдер шнековый для формования карамельных жгутов
M633 ЛПЛ-2М	Шнековый макаронный пресс
M641 Гелиос-261	Отливочная машина «Гелиос-261» отливок помадных конфет
M644 МВС	Монпансейная машина для формования карамели
M651 ПБ-5	Пресс брикетирующий
M671 ВПНД	Пресс для отжима сока

5. Перечень вопросов к защите курсового проекта.

Вопросы формируются согласно ниже приведенным категориям. Категории вопросов применимы в целом к каждой конкретной машине; в процессе разработки своей машины (задание КП) студенты показывают свои знания и умения (компетенции) через ответы на вопросы, формируемые данными категориями.

1. В чем заключается цель КП, и есть ли улучшения удельных показателей (производительности, мощности, металлоемкости и габаритоемкости) по сравнению с прототипом?

2. Какими основными конструктивными и технологическими параметрами обладает проектируемый вариант машины, и имеются ли преимущества этих параметров по сравнению с прототипом?

3. Какие узлы и детали разработанной конструкции испытывают наиболее тяжелые нагрузки, какие расчеты применены и какие решения для снижения нагрузок приняты?

4. Чем оправдано данное конструктивное решение и рассмотрены ли другие варианты, кроме представленного к защите?

5. Соответствуют ли принятые конструктивные решения поставленным целям проектирования?

6. Выполняются ли в чертежах, представленных на защиту, правила ЕСКД?

Ниже приведен фрагмент примерного КП с необходимыми объяснениями, схемами, расчетами и конструктивными вариантами.

Фрагмент примерного выполнения КП

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра ПТМ



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту по дисциплине:
«Проектирование оборудования пищевых производств»
на тему: «Универсальный калиброватель М - 252»

Автор проекта	Киль О.В.
Обозначение проекта	ПТМ.2.М-252.00.000.ПЗ
Группа	МП-501
Руководитель проекта	Керженцев В.А.
Проект защищен	Оценка

Новосибирск, 2009.

1 Введение

1.1. Определение исходной информации об устройстве M252:

- M252 относится к механическому оборудованию пищевого производства.
- Предназначена для очистки сырья от примесей без разрушения частиц.
- Обрабатываемое сырье – клубнекорнеплоды: картофель с размерами 100, 90, 80 мм.
- Рассматриваемая машина относится к калибрователям.
- Модель-прототип – универсальный калиброватель.

1.2. Характеристика сырья, конечного продукта и операций обработки.

К перерабатываемым видам продукции относятся некалиброванный картофель размерами 80-100 мм.

В данной работе будут рассматриваться калибровочная машина, которая позволяет сортировать картофель с заданными размерами: 100, 90 и 80 мм. Вес картофеля варьируется в пределах от 150 до 350 граммов.

Средне-взвешенная величина:

Процентное содержание: крупных клубней размером 100 мм – 20%,
средних клубней размером 90 мм – 50%,
мелких клубней размером 80 мм – 30 %.

$$\delta_{\text{ср}} = \frac{\sum x_i \cdot d_i}{\sum x_i} = \frac{20 \cdot 100 + 50 \cdot 90 + 30 \cdot 80}{100} = 89 \text{ мм}$$

Насыпная масса картофеля равна 1034 кг/м³. Влажность сырого картофеля достигает 75%. Теплопроводность картофеля равна 0,59 Вт/(кг·К), влагосодержание – 0,797кг/кг, удельная теплопроводность – 3,620Дж/кг·К.

1.3. Принцип работы прототипа – универсального калибрователя M252.

Универсальный калиброватель M252 состоит из станины 7, загрузочного устройства 1, калибровочной головки 2, сборников (лотки) 3 для вывода продукта из машины и привода 4. Привод включает в себя электродвигатель, червячный редуктор и цепные передачи, вращающие ступенчатые валики или шнеки. В калибровочной головке расположено две пары ступенчатых валиков, вращающихся навстречу друг другу. Комплекс, состоящий из ступенчатых валиков разных размеров, калибрует плоды и овощи, различающиеся по форме и размеру. Подача продукта в калибровочную головку осуществляется ленточными транспортером 5. В зависимости от формы продукта ступенчатые валики можно

наклонить на угол до 18°, обеспечивая при этом поступательное движение продукта. Из калибровочной головки плоды выпадают в сборники 3. По мере заполнения сборников плоды одного размера ленточным транспортером 6 направляют на дальнейшую переработку.

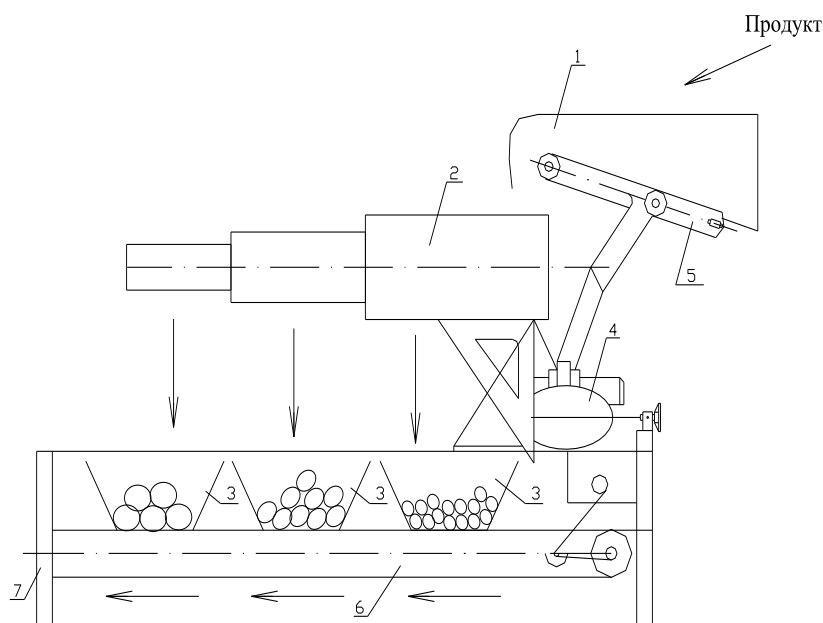


Рис. 1. Принципиальная схема универсального калибратора

1-загрузочное устройство, 2-калибровочные головки,
3-лотки, 4-привод, 5,6-ленточные транспортеры,
7-станина

2. Анализ конструкции аналогов.

В качестве аналогов к рассматриваемому нами универсальному калибратору используем калибратор А9-ККБ и шнековый калибратор.

Таблица №1 – Сравнительная характеристика параметров машин

Машина	М252	А9-ККБ	Шнековый калибратор
Производительность кг/ч	1000...1400	3000	600...1000
Частота вращения рабочих органов, с ⁻¹	3,8	-	5,65
Скорость движения калибрующей цепи, м/с	-	0,15...0,21	-
Мощность, кВт	1	2,2	0,7
Длина, мм: калибрующего участка отсортировывающего участка ролика	-	1700 400 900	-
Диаметр ролика, мм	-	75	-
Количество фракций, шт	-	-	10
Габаритные размеры, мм	3038×1792×2176	4780×1955×1725	2210×1700×1100
Масса, кг	1190	2125	470

Таблица №2 – Основные классификационные признаки калибрователей

№	Классификационные признаки	Марка машины-аналога		
		М252	А9-ККб	Шнековый калибрователб
1	Назначение машины	Предназначен для калибровки почти всех видов плодов и овощей		Предназначен для калибровки плодов шаровидной формы
2	Область применения машины	Применяются на предприятиях пищевых производств		
3	Преимущественное использование	Применяются в составе технологической линии		
4	Вид исходного и переработанного продукта	Исходный продукт: некалиброванные плоды и овощи. Переработанный продукт: откалиброванные по заданным размерам плоды		
5	Структура рабочего цикла и класс машины	Машины непрерывного принципа действия, относятся к IV классу с апицическими рабочими органами.		
6	Метод, принцип или способ обработки продукта	Калибровка плодов осуществляется двумя вращающимися в противоположных направлениях валиками ступенчатой формы.	Узел калибровки состоит из роликовой цепи и копира, регулир. зазор между роликами на различных участках калибрователя. Ролики постепенно раздвигаются, зазор между ними увеличивается, овощи проваливаются в них.	Калибровка плодов осуществляется двумя вращающимися в противоположные стороны шнеками с постоянным шагом и уменьшающимся диаметром, диаметр вала в каждом последующем витке шнека отличается от диаметра вала в предыдущем витке на 5 мм.

Для сравнения машин-аналогов определим их удельные показатели.

1. Удельная производительность – количество выпускаемой машиной продукции в единицу времени, отнесенное к площади рабочих органов:

$$Q_0 = \frac{П}{F_0},$$

где П – производительность; F_0 – площадь рабочего органа.

С повышением этого показателя улучшаются технологические возможности машины и производительность, повышается ее конкурентноспособность, снижается себестоимость продукции.

2. Удельный расход мощности – расход мощности на единицу продукции выпускаемой машиной:

$$N_{\text{уд}} = \frac{N_{\text{дв}}}{\Pi},$$

где Π – производительность; $N_{\text{дв}}$ – мощность двигателя, установленного на машине.

Чем ниже удельная мощность, тем меньше расход электроэнергии и тем ниже себестоимость выпускаемой продукции.

3. Удельная материалоемкость – показатель, характеризующий машину с точки зрения расхода материала на ее изготовление:

$$M_{\text{уд}} = \frac{M}{\Pi},$$

где Π – производительность; M – масса машины.

4. Удельная габаритоемкость – размер площади занимаемой машиной на единицу выпускаемой ею продукцией:

$$\Gamma_{\text{уд}} = \frac{S}{\Pi},$$

где Π – производительность; S – площадь, занимаемая машиной.

Удельные показатели занесем в таблицу №3 и построим, используя данные этой таблицы графики удельных показателей (Рисунки 2 - 5).

Таблица №3 – Удельные показатели калибрователей

Машина	Удельная производитель ность, (кг/ч)/ $\text{м}^2 \cdot 10^{-4}$	Удельный расход мощности, $\text{кВт}/(\text{кг/ч}) \cdot 10^{-4}$	Удельная металлоемкость, $\text{кг}/(\text{кг/ч})$	Удельная габаритоемкость, $\text{м}^2/(\text{кг/ч}) \cdot 10^{-3}$
М252	9,4	7,14	0,85	3,9
А9-ККБ	6,1	7,33	0,71	3,1
Шнековы й калибров атель	2,9	7	0,47	3,8

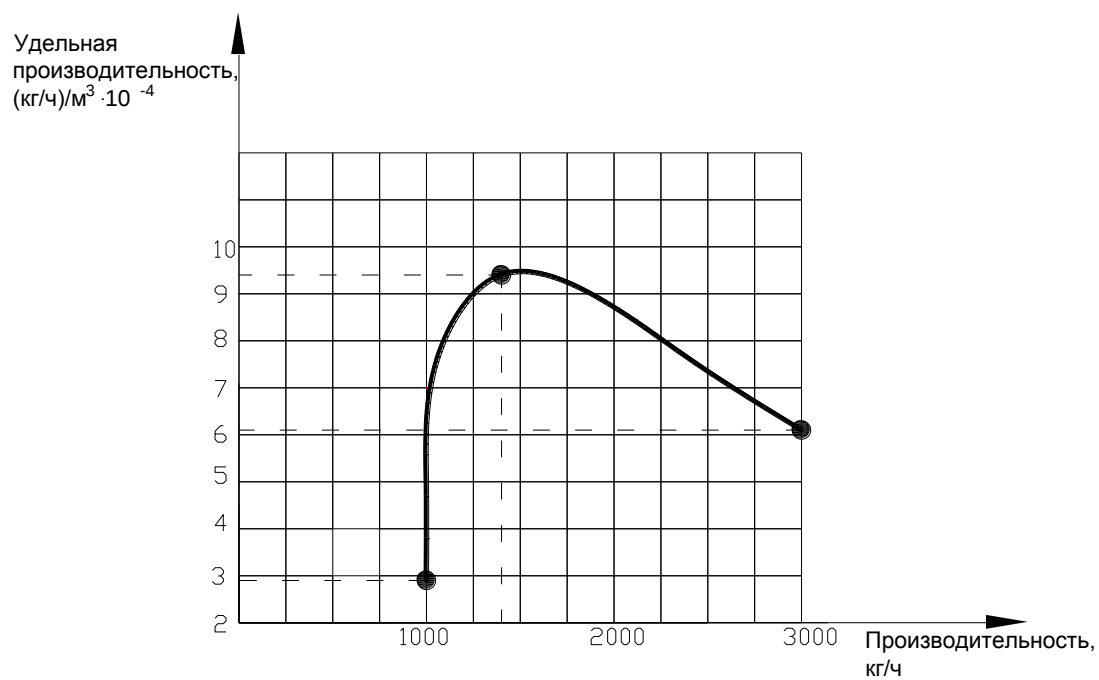


Рис. 2 – Удельная производительность.

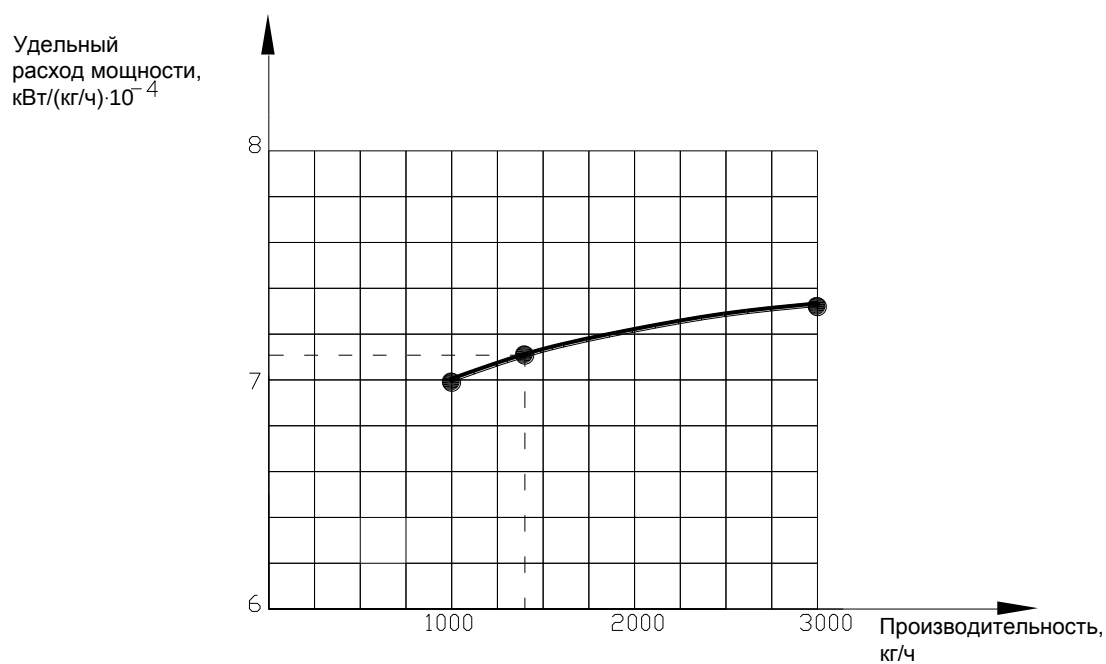


Рис. 3 – Удельный расход мощности.

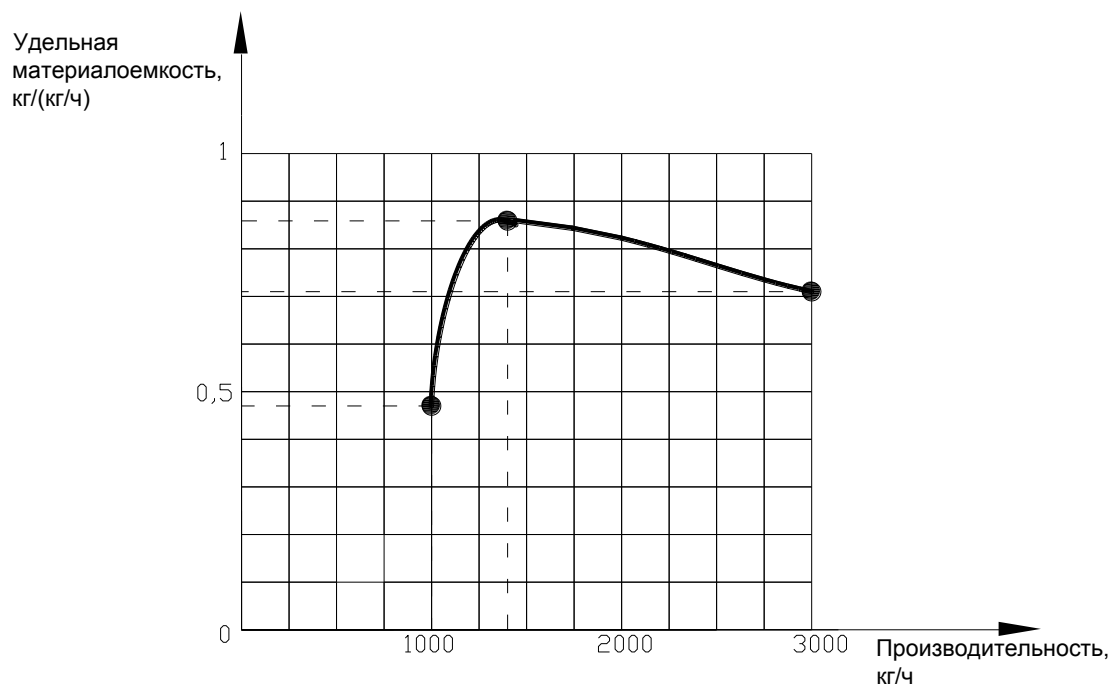


Рис.4 – Удельная металлоемкость.

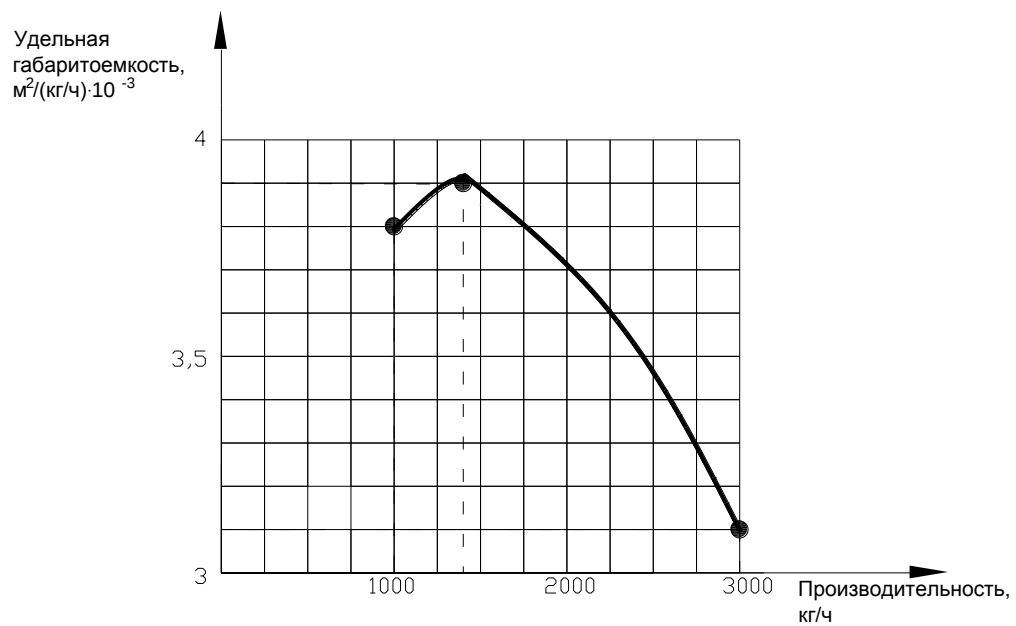


Рис.5 – Удельная габаритоемкость

Удельная производительность характеризует конструктивные особенности рабочих органов, определяет компактность рабочих органов, их коэффициент загрузки и использования, влияет на эффективность обработки продукта. Производительность выше у калибрователя А9-ККБ, но, судя по проведенным расчетам и данным графика, у А9-ККБ рабочий орган занимает больше места, чем остальные калиброватели, а коэффициент загрузки у него меньше. Коэффициент загрузки рабочего органа больше у М-252 и рабочий орган у этой машины занимает меньше места – более компактный.

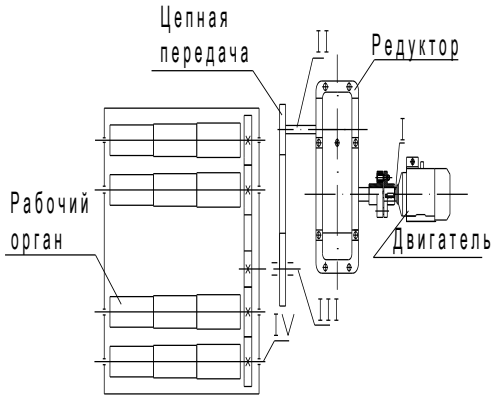
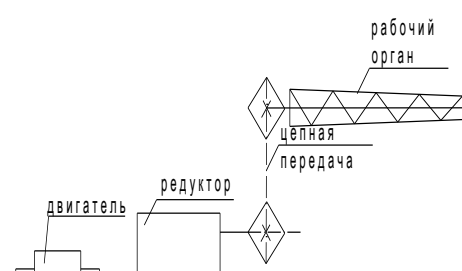
Больше электроэнергии тратит машина А9-ККБ, но у нее и производительность выше. Самый экономичный – шнековый калиброватель, но при этом производительность у него в 3 раза меньше, чем у А9-ККБ.

Меньше расходуется материала на шнековый калиброватель, соответственно занимаемая им площадь тоже меньше. М-252 занимает самую большую площадь, и на него идет больше материала.

Можно сделать вывод, что по трем показателям выигрывает шнековый калиброватель, но у него производительность меньше в 1,4 и 3 раза по сравнению, соответственно, с М-252 и А9-ККБ. По сравнению с М - 252 шнековый калиброватель выигрывает по трем показателям: по удельному расходу мощности, по удельной металлоемкости и габаритоемкости; уступает лишь по удельной производительности. Машина А9 – ККБ уступает М – 252 по удельной производительности и расходу мощности, но превосходит ее по удельной металлоемкости и габаритоемкости. Поэтому рассмотрим шнековый и универсальный калиброватели.

Таблица №4 – Функциональные и кинематические схемы машин.

№	Схемы машин	М-252	Шнековый калиброватель
1	Функционально – конструктивная схема		

2	Кинематическая схема		
---	----------------------	---	---

3. Расчет основных конструкторских и технологических параметров.

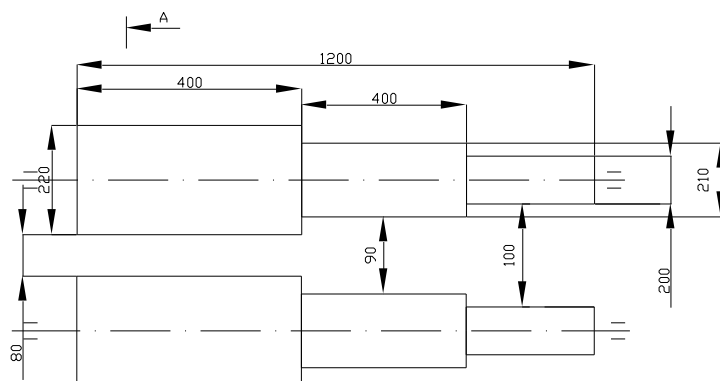


Рис. 5. Эскиз рабочего органа универсального калибратора:

1 - ступень 1; 2 - ступень 2; 3 - ступень 3.

Сечение А-А

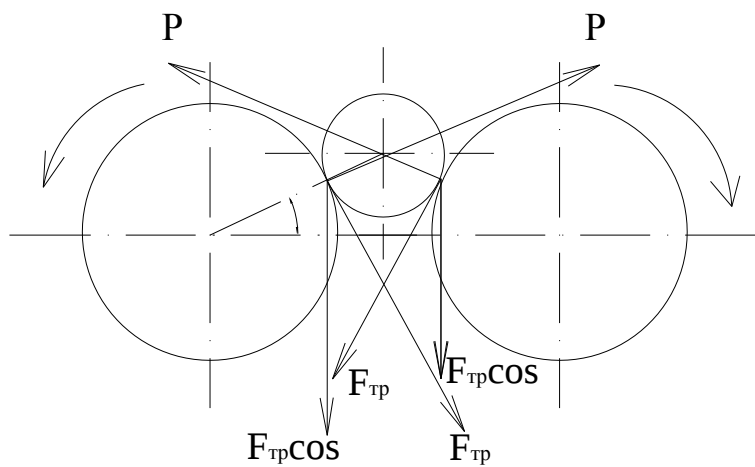


Рис. 6. Схема действия сил на валки.

Расчет сил, действующих на валки:

Сила давления всех клубней картофеля на валок на ступени 1:

$$P_1 = K \cdot (m_1 g \cdot z + m_2 \cdot g \cdot z + m_4 \cdot g \cdot z) = 2(0,350 \cdot 9,81 \cdot 3 + 0,250 \cdot 9,81 \cdot 5 + 0,4 \cdot 9,81 \cdot 2) = 60,76 \text{ Н}$$

Сила давления всех клубней картофеля на валок на ступени 2:

$$P_2 = K \cdot (m_1 g \cdot z + m_4 \cdot g \cdot z) = 2(0,350 \cdot 9,81 \cdot 7 + 0,4 \cdot 9,81 \cdot 3) = 71,54 \text{ Н}$$

Сила давления всех клубней картофеля на валок на ступени 3:

$$P_3 = K \cdot m_4 \cdot g \cdot z = 2 \cdot 0,4 \cdot 9,81 \cdot 8 = 62,72 \text{ Н},$$

где g – ускорение свободного падения; m_1, m_2, m_3 – массы картофеля, K – коэффициент дополнительной загрузки

Силы трения:

$$\text{на ступени 1: } F_{\text{тр}1} = \mu P_1 = 0,36 \cdot 60,72 = 21,87 \text{ Н}$$

$$\text{на ступени 2: } F_{\text{тр}2} = \mu P_2 = 0,36 \cdot 71,54 = 25,75 \text{ Н}$$

$$\text{на ступени 3: } F_{\text{тр}3} = \mu P_3 = 0,36 \cdot 62,72 = 22,58 \text{ Н}$$

где $\mu=0,36$ – коэффициент трения картофеля о валки.

Расчеты производительности и потребляемой мощности.

Производительность валиковых калибрователей, кг/с:

$$\Pi = \frac{\varphi g v z}{d},$$

где φ – коэффициент использования производительности транспортера; g – средняя масса плода, кг; v – скорость движения транспортера, м/с; z – число ручьев транспортера, d – средний диаметр картофеля, м.

Отсюда скорость движения транспортера равна:

$$v = \frac{\Pi \cdot d}{\varphi \cdot m \cdot z} = \frac{0,39 \cdot 0,089}{0,6 \cdot 0,250 \cdot 2} = 0,1157 \text{ м/с}$$

Мощность электродвигателя для транспортера калибрователей, кВт:

$$N_T = \frac{\mu}{\eta_M} (K_1 v L + 0,0055 \Pi g L + \Pi g H) K_2,$$

где μ – коэффициент, зависящий от нагрузки транспортера; η_M – КПД передающего механизма; K_1 – коэффициент, зависящий от ширины транспортера; g – ускорение свободного падения, м/с²; H – высота подъема, м; L – длина транспортера; K_2 –

коэффициент, зависящий от длины транспортера.

$$N = \frac{1}{0,9} (0,95 \cdot 0,1157 \cdot 1 + 0,0055 \cdot 0,39 \cdot 9,8 \cdot 1 + 0,39 \cdot 9,81 \cdot 0,2) \cdot 1,12 = 1,1 \text{ кВт}$$

Рассчитанная мощность расходится с заданной в технической характеристике на 9%, что допустимо.

Мощность электродвигателя привода валиков, кВт:

$$N_B = \frac{M_{вр} \cdot \omega}{\eta},$$

где $M_{вр}$ – момент вращения, Н/м; η – КПД механической передачи, ω – угловая скорость вращения валков, c^{-1}

$$M_{вр} = F_{тр} \cdot r = 4(21,87 \cdot 0,11 + 25,75 \cdot 0,105 + 22,58 \cdot 0,1) = 29,461 \text{ Н/м}$$

где r – радиус ступени валика, м.

$$\eta = \eta_M \cdot \eta_p \cdot \eta_{ц.п.} \cdot \eta_{п} = 0,97 \cdot 0,66 \cdot 0,95 \cdot 0,99^5 = 0,58,$$

где η_M – КПД муфты, η_p – КПД редуктора, $\eta_{ц.п.}$ – КПД цепной передачи, $\eta_{п}$ – КПД на подшипниках.

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3,14 \cdot 3,8}{30} = 0,398 c^{-1}$$

$$N_B = \frac{29,461 \cdot 0,398 \cdot 2}{0,58 \cdot 1,5} = 27 \text{ Вт} = 0,027 \text{ кВт}$$

По справочным данным [7] выбираем электродвигатель для привода валиков 71В8/680 мощностью $P_{дв} = 0,25$ кВт с синхронной мощностью 750 об/мин.

Определяем передаточное отношение привода:

$$i = \frac{n}{n_{p.o.}} = \frac{750}{38} = 19,7$$

Передаточное отношение может быть реализовано так: по табл. 1,2 [8] выбираем для цепной передачи $i_{ц} = 5$, для редуктора $i_p = 4$. Общее:

$$i = i_{ц} \cdot i_p = 5 \cdot 4 = 20$$

Отклонение от заданного составит:

$$\frac{20 - 19,7}{19,7} = 1,5\%$$

4. Кинематические и прочностные расчеты.

4.1. Распределение потока мощности по валам привода

$$P_I = P_{\text{дв}} \cdot \eta_M = 0,25 \cdot 0,97 = 0,2425 \text{ кВт};$$

$$P_{II} = P_I \cdot \eta_p = 0,2425 \cdot 0,66 = 0,16 \text{ кВт};$$

$$P_{III} = P_{II} \cdot \eta_{\text{ц.п.}} = 0,16 \cdot 0,95 = 0,152 \text{ кВт};$$

4.2. Частоты вращения и угловые скорости валов привода.

Валы имеют следующие частоты вращения:

$$n_I = 750 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_{II} = \frac{n_{\text{дв}}}{i_p} = \frac{750}{4} = 187,5 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_{III} = \frac{n_{II}}{i_{\text{ц.п.}}} = \frac{187,5}{5} = 37,5 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_{IV} = n_{\text{р.о.}} = n_{III} = 37,5 \text{ мин}^{-1}.$$

Отклонение фактического $n_{\text{им}}$ от заданного:

$$\varepsilon = \frac{\left| n_{\text{р.о.}\phi} - n_{\text{р.о.}\text{з}} \right|}{n_{\text{р.о.}\text{з}}} \cdot 100\% = \frac{|37,5 - 38|}{38} \cdot 100\% = 1,3\%$$

не превышает допустимого значения.

Угловые скорости валов:

$$\varpi_I = \frac{\pi \cdot n_I}{30} = \frac{3,14 \cdot 750}{30} = 78,5 \text{ мин}^{-1}$$

$$\varpi_{II} = \frac{\pi \cdot n_{II}}{30} = \frac{3,14 \cdot 187,5}{30} = 19,625 \text{ мин}^{-1};$$

$$\varpi_{III} = \frac{\pi \cdot n_{III}}{30} = \frac{3,14 \cdot 37,5}{30} = 3,925 \text{ мин}^{-1};$$

$$\varpi_{IV} = \frac{\pi \cdot n_{IV}}{30} = \frac{3,14 \cdot 37,5}{30} = 3,925 \text{ мин}^{-1}.$$

4.3. Крутящие моменты на валах привода.

$$T_I = \frac{P_I}{\varpi_I} = \frac{242,5}{78,5} = 3,09 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_{II} = \frac{P_{II}}{\varpi_{II}} = \frac{160}{19,625} = 8,15 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_{III} = \frac{P_{III}}{\varpi_{III}} = \frac{152}{3,925} = 38,7 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_{IV} = \frac{P_{III}}{\varpi_{IV}} = \frac{152}{3,925} = 38,7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

4.4. Расчет цилиндрических колес на контактную выносливость.

Диаметр делительных окружностей колеса

$$d = D_6 + h_m = 220 + 80 = 300 \text{ мм} = 0,3 \text{ м},$$

где D_6 – диаметр 1 ступени валка, h_m – расстояние между двумя первыми ступенями валка.

Передаточное число:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{38}{38} = 1,$$

где $n_1 = n_2 = 38 \text{ мин}^{-1}$ - частота вращения рабочих органов.

Межосевое расстояние:

$$a_w = 0,5(d_1 + d_2) = 0,5(300 + 300) = 300 \text{ мм}$$

Округляем: $a_w = 315 \text{ мм}$.

Выбираем модуль в интервале $(0,01 \dots 0,02)a_w$, тогда $m = 4,725$, округляем: $m = 5$.

Определяем суммарное число зубьев:

$$z_{\Sigma} = \frac{2a_w}{m_t} = \frac{2 \cdot 315}{5} = 126$$

Т.к. у нас колеса одинаковые, то число зубьев каждого колеса: $z = 63$

Проверяем межосевое расстояние:

$$a_w = 0,5(z_1 + z_2)m_t = 0,5(63 + 63) \cdot 5 = 315 \text{ мм}$$

Контактное напряжение:

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{E}{\pi(1-\nu^2)} \cdot \frac{2\cos\beta}{\sin 2\alpha} \cdot \frac{1}{k_\varepsilon} \cdot \frac{2M_2 K_H (u+1)}{d_2^2 b}} \leq [\sigma]_H \quad (1)$$

$$Z_M = \sqrt{\frac{E}{\pi(1-\nu^2)}} = \sqrt{\frac{2,15 \cdot 10^5}{3,14(1-0,3^2)}} = 275 \text{ Н/мм} \quad (2) - \text{коэффициент, учитывающий}$$

механические свойства материала сопряженных зубчатых колес, где E - модуль упругости; ν – коэффициент Пуассона.

$$Z_H = \sqrt{\frac{2 \cos \beta}{\sin 2\alpha}} = 1,76 \quad (3) - \text{коэффициент, учитывающий форму сопряженных}$$

поверхностей зубьев в полюсе зацепления, где $\alpha=20^\circ$.

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{k_\varepsilon}} = 0,9 \quad (4) - \text{коэффициент, учитывающий суммарную длину контактных линий.}$$

$$d_2 = \frac{2a_w u}{u+1} \quad (5)$$

Подставим в выражение (1) выражения (2), (3), (4), и (5), тогда получим:

$$\sigma_H = \frac{310}{a_w} \sqrt{\frac{M_2 K_H (u+1)^3}{b u^2}} \leq [\sigma]_H$$

$$\sigma_H = \frac{310}{315} \sqrt{\frac{38,7 \cdot 10^{-3} \cdot 1,102 \cdot (1+1)^3}{39,375 \cdot 1^2}} = 0,092 \text{ Н/мм}^2,$$

где M_2 – крутящий момент, Н/мм; $K_H = K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\nu} = 1 \cdot 1,05 \cdot 1,05 = 1,102$ – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки между зубьями, ширина венца:

$$b = \psi_{ba} \cdot a_w = 0,125 \cdot 315 = 39,375 \text{ мм}$$

$$[\sigma]_H = \frac{\sigma_{Hlimb} K_{HL}}{[n]_H} = \frac{670 \cdot 1}{1,2} = 558 \text{ Н/мм}^2$$

Условие выполняется.

4.5. Расчет зубьев цилиндрических колес на выносливость при изгибе.

В расчетах цилиндрических прямозубых колес зуб рассматривают как балку, жестко защемленную одним кольцом. Силу считают приложенной по нормали к его поверхности, силу трения не учитывают.

Проверочный расчет зубьев на выносливость по напряжениям изгиба:

$$\sigma_F = \frac{K_F P Y_F}{b_w m} \leq [\sigma]_F$$

$K_F = K_{F\beta} \cdot K_{Fv} = 1 \cdot 1 = 1$ – коэффициент нагрузки, где $K_{F\beta}$ – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине зубьев, K_{Fv} – коэффициент, учитывающий динамическое действие нагрузки.

$$b_w = \psi_{bm} \cdot m$$

$$P = \frac{2M}{z_m} = \frac{2 \cdot 38,7 \cdot 10^{-3}}{63 \cdot 5} = 2,5 \cdot 10^{-4}$$

$$\sigma_F = \frac{K_F P Y_F}{b_w m} = \frac{1 \cdot 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot 3,62}{0,125 \cdot 5 \cdot 5} = 2,89 \cdot 10^{-4}$$

$$[\sigma]_F = \frac{\sigma_{Flimb}^0}{[n]_F} = \frac{540 \cdot 1,75}{1,3} = 726 \text{ Н/мм}$$

Значения Y_F , σ_{Flimb}^0 , $[n]_F$ взяты из таблицы 8.9 [8].

Условие выполняется.

4.6. Проектировочный расчет вала и его опор.

4.6.1 Расчет на усталостную прочность.

Приближенно оцениваем средний диаметр IV вала при $[\tau] = 12 \text{ МПа}$:

$$d = 3 \sqrt{\frac{T}{0,2[\tau]}} = 3 \sqrt{\frac{38,7 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 12}} = 25 \text{ мм}$$

Определяем силы в зацеплении:

$$F_t = \frac{2T}{d_1} = \frac{2 \cdot 38,7 \cdot 10^3}{330} = 258 \text{ Н}$$

$$F_a = F_t \cdot \tan \beta = 258 \cdot \tan 8^\circ = 36,26 \text{ Н}$$

$$F_r = \frac{F_t \tan \alpha}{\cos \beta} = \frac{258 \cdot \tan 20^\circ}{\cos 8^\circ} = 94,83 \text{ Н}$$

Определяем реакции в опорах и строим эпюры изгибающих и крутящих моментов.

Рассмотрим реакции от сил F_r и F_a , действующих в вертикальной плоскости.

Сумма проекций: $F_r = A_1 + B_1$; $F_a = H_1$. Сумма моментов относительно т. B_1 :

$$A_1 \cdot 1244 - F_r \cdot 22 - F_a \cdot 165 = 0.$$

$$\text{При этом } A_1 = \frac{F_r \cdot 22 + F_a \cdot 165}{1244} = \frac{94,83 \cdot 22 + 36,26 \cdot 165}{1244} = 6,49 \text{ Н};$$

$$B_1 = F_r - A_1 = 94,83 - 6,49 = 88,34 \text{ Н}.$$

Реакции от силы F_t , действующей в горизонтальной плоскости: $F_t - A_2 - B_2 = 0$.

Момент относительно т.В₂: $F_t \cdot 22 - A_2 \cdot 1244 = 0$; $A_2 = \frac{F_t \cdot 22}{1244} = 4,6 \text{ Н}$.

$$B_2 = F_t - A_2 = 258 - 4,3 = 253,44 \text{ Н}.$$

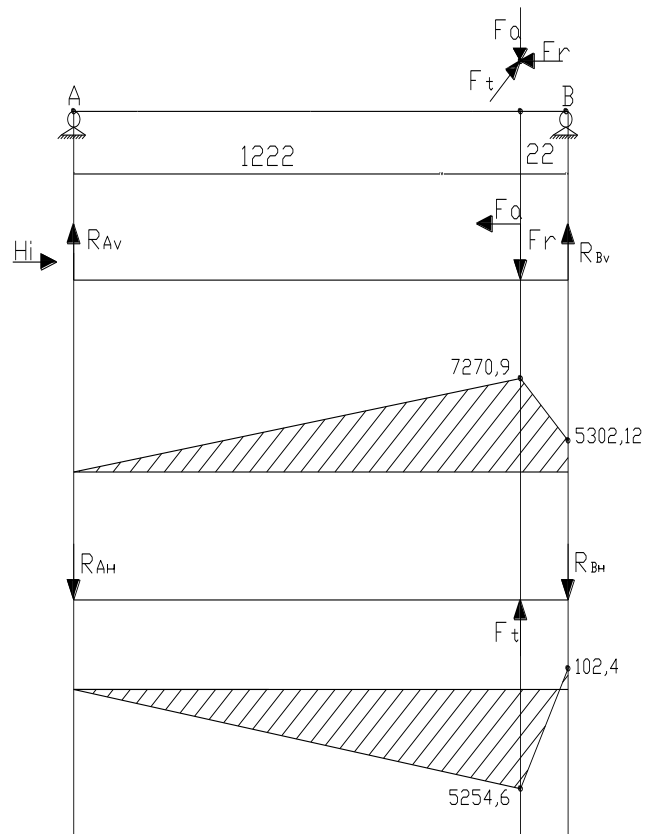


Рис.7. Реакции в опорах и эпюры моментов.

Определяем запасы сопротивления усталости в опасных сечениях:

$$s = \frac{s_\sigma \cdot s_\tau}{\sqrt{s_\sigma^2 + s_\tau^2}} \geq [s] \approx 1,5$$

Подсчитываем предполагаемое опасное сечение в месте посадки шестерни. Для этого сечения изгибающий момент:

$$M = \sqrt{(A_1 a)^2 + (A_2 a)^2} = \sqrt{(6,49 \cdot 1222)^2 + (4,6 \cdot 1222)^2} = 9,7 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Напряжение изгиба:

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{M_{\text{и}}}{W_{\text{и}}} = \frac{9,7 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 25^3} = 6,208 \text{ МПа}$$

Напряжение кручения:

$$\tau = \frac{T}{W_P} = \frac{38,7 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 25^3} = 12,384 \text{ МПа}$$

Пределы выносливости:

$$\sigma_{-1} \approx (0,4 \dots 0,5) \cdot \sigma_B = 0,4 \cdot 750 = 300 \text{ МПа}$$

$$\tau_{-1} \approx (0,2 \dots 0,3) \cdot \sigma_B = 0,2 \cdot 750 = 150 \text{ МПа}$$

$$\tau_B \approx (0,55 \dots 0,65) \cdot \sigma_B = 0,6 \cdot 750 = 450 \text{ МПа}$$

где $\sigma_B = 750 \text{ МПа}$ - предел прочности для стали 45.

По табл. 15.1 [9] для шпоночного паза $K_\sigma = 1,7$, $K_\tau = 1,4$.

По графику (рис. 15.5 [4], кривая 2) определяем масштабный фактор $K_d = 0,72$.

По графику (рис. 15.6 [4]) для шлифованного вала определяем фактор шероховатости $K_F = 1,0$.

Запас сопротивления усталости только по изгибу:

$$s_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_a \cdot K_\sigma / ((K_d \cdot K_F) + \psi_\sigma \cdot \sigma_m)} = \frac{300}{6,208 \cdot 1,7 / (0,72 \cdot 1 + 0,1 \cdot 0)} = 20,47$$

где $\sigma_a = \frac{M_{\text{и}}}{W_{\text{и}}} = \frac{9,7 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 25^3} = 6,208 \text{ МПа}$ - амплитуда переменных составляющих циклов напряжений; $\psi_\sigma = 0,1$ – коэффициент, корректирующий влияние постоянной составляющей цикла напряжений на сопротивление усталости для углеродистых мягких сталей [9]; $\sigma_m = 0 \text{ МПа}$ - постоянная составляющая.

Запас сопротивления усталости только по кручению:

$$s_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\tau_a \cdot K_\tau / ((K_d \cdot K_F) + \psi_\tau \cdot \tau_m)} = \frac{150}{6,192 \cdot 1,4 / (0,72 \cdot 1 + 0,05 \cdot 6,192)} = 12,15$$

где $\tau_a = 0,5 \cdot \tau = 6,192 \text{ МПа}$ - амплитуда переменных составляющих циклов

напряжений; $\psi_\tau = 0,05$ – коэффициент, корректирующий влияние постоянной составляющей цикла напряжений на сопротивление усталости для легированных сталей [9];

$\tau_a = \tau_m = 6 \text{ МПа}$ - постоянная составляющая.

$$s = \frac{20,47 \cdot 12,15}{\sqrt{20,47^2 + 12,15^2}} = 10,4 \geq [s] \approx 1,5$$

4.6.2. Расчет на статическую прочность.

$$\sigma_{\text{ЭК}} = \sqrt{\sigma_{\text{И}}^2 + 3 \cdot \tau^2} \leq [\sigma]$$

При перегрузках напряжения удваиваются $\sigma_{\text{И}} = 12,416 \text{ МПа}$ и $\tau = 24,768 \text{ МПа}$; предел текучести материала $\sigma_{\text{Т}} = 450 \text{ МПа}$, $[\sigma] = 0,8 \cdot 450 = 360 \text{ МПа}$.

$$\sigma_{\text{ЭК}} = \sqrt{12,416^2 + 24,768^2} = 27,71 \text{ МПа} \leq [\sigma] = 360 \text{ МПа}$$

4.6.3. Проверка жесткости вала.

По условиям работы зубчатого зацепления опасным является прогиб вала под шестерней. Для определения прогиба используем табл.15.2 [9]. Средний диаметр принимаем $d_{\text{ш}} = 26 \text{ мм}$. Здесь:

$$I = \frac{\pi d_{\text{ш}}^4}{64} = \frac{3,14 \cdot 26^4}{64} = 2,24 \cdot 10^4 \text{ мм}^4$$

Прогиб в вертикальной плоскости от силы $F_{\text{т}}$:

$$y_{\text{В}} = \frac{F_{\text{т}} a^2 b^2}{3EI} = \frac{94,83 \cdot 1222^2 \cdot 22^2}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 2,24 \cdot 10^4 \cdot 1244} = 0,0037 \text{ мм}.$$

Прогиб в горизонтальной плоскости от силы $F_{\text{т}}$:

$$y_{\text{Г}} = \frac{F_{\text{т}} a^2 b^2}{3EI} = \frac{258 \cdot 1222^2 \cdot 22^2}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 2,24 \cdot 10^4 \cdot 1244} = 0,01 \text{ мм}.$$

Суммарный прогиб:

$$y = \sqrt{y_{\text{В}}^2 + y_{\text{Г}}^2} = \sqrt{0,0037^2 + 0,01^2} = 0,01 \text{ мм}$$

Допускаемый прогиб $[y] = 0,01 \text{ м} = 0,01 \cdot 5 = 0,05 > 0,01 \text{ мм}$.

Таким образом, условия прочности и жесткости выполняются. По этим условиям диаметр вала можно сохранить.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Машины и аппараты пищевых производств. Учебник для вузов/ С. Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков и др. - М.: Высшая школа, 2001. – 703с.
2. Механическое оборудование предприятий общественного питания/ В.Д. Елхина, А.А. Журин, Л.П. Проникина и др., Москва, 1782.
3. Тепловое оборудование предприятий/ А.Н. Вышелесский.

4. Лабораторный практикум по техническому оборудованию пищевых производств. Учебное пособие для вузов/ С.Т. Антипов и др.; Воронежская государственная академия. 1990. – 440с.
5. Практикум по технологическому оборудованию консервного и пищевого концентратного производств /Е.Д. Ситников – 3-е издание СПб.: ГИОРД, 2004 – 416 с.
6. Технологическое оборудование пищевых производств. Часть 1. Механическое оборудование: конспект лекций / В.А. Керженцев. _ Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2008. – 140с.
7. Детали машин. Курсовое проектирование./П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. – М.: Высшая школа, 1984. – 336 с.
8. Курсовое проектирование деталей машин. Учебное пособие/ С.А. Чернавский, Г.М. Ицкович, К.Н. Боков и др. – М.: Машиностроение, 1979. – 351 с.
9. Детали машин: Учебник для студентов высших технических учебных заведений./ М.Н. Иванов. – 5-е изд., перераб. – М.: Высшая школа, 1991. – 383 с.