

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ И ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



Кафедра техники пищевых производств
и торговли

ДИАГНОСТИКА, РЕМОНТ, МОНТАЖ, СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

Рабочая программа
для студентов специальности 170600
специализаций 170601 и 170606
факультета заочного обучения и экстерната

Санкт-Петербург 2005

УДК 637.523.005

Арсеньев В.В. Диагностика, ремонт, монтаж, сервисное обслуживание оборудования: Раб. программа для студентов спец. 170600 специал. 170601 и 170606 факультета заочного обучения и экстерната. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2005. – 33 с.

Приведены общие указания по изучению дисциплины, содержание контрольных работ и методические указания по их выполнению. Указаны требования к оформлению контрольных работ.

Рецензент

Доктор техн. наук, проф. В.В. Пеленко

Рекомендована к изданию методическим советом факультета техники пищевых производств

© Санкт-Петербургский государственный
университет низкотемпературных
и пищевых технологий, 2005

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Диагностика, ремонт, монтаж, сервисное обслуживание оборудования» изучается студентами факультета заочного обучения и экстерната на VI курсе. В соответствии с учебным планом предусматривается следующее распределение часов по курсу: лекции – 12 ч, лабораторные занятия – 10 ч. Кроме того, студенты выполняют две контрольные работы.

Цель дисциплины – ознакомить студентов специальности 170600 с организацией рациональной эксплуатации оборудования и путями повышения его долговечности, особенностями монтажа технологического оборудования и передовой технологией его ремонта.

В результате изучения дисциплины студент должен **знать**:

- систему планово-предупредительного ремонта (ППР) и организации ремонтной службы;
- организацию смазочного хозяйства на предприятии;
- содержание работ по монтажу малогабаритного технологического оборудования;

уметь:

- планировать ремонт оборудования участка, цеха, завода;
- составлять схему и карту смазки;
- производить дефектацию оборудования и составлять ведомость дефектов.

Студенты обязаны выполнить контрольные работы до начала экзаменационной сессии.

Работа над усвоением дисциплины сводится к самостоятельному ее изучению по приведенным в программе литературным источникам.

Во время лабораторно-экзаменационной сессии организуются обзорные лекции и лабораторные работы.

Завершается изучение дисциплины сдачей зачета и экзамена.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Введение

Задачи, место и роль эксплуатации, ремонта оборудования в развитии технического прогресса, связь с общеинженерными дисциплинами и с технологическим оборудованием отрасли. Основные понятия теории надежности применительно к специфике оборудования предприятий пищевой промышленности (работоспособность, долговечность, отказ и т. д.). Оценка надежности оборудования. Пути повышения надежности оборудования.

Система планово-предупредительного ремонта

Назначение ППР. Виды ППР (межремонтное обслуживание, профилактический осмотр; текущий, средний, капитальный ремонт). Организационные методы производства ремонта (централизованный, децентрализованный, смешанный). Технологические методы производства ремонтных работ (индивидуальный, узловый, последовательно-поузловой, агрегатный).

Основы планирования ремонтных работ

Порядок планирования ППР. Основные показатели и нормативы ППР (ремонтный цикл и его структура, межремонтный период, категория сложности ремонта, нормативы трудоемкости ремонтных работ).

Износ деталей машин

Три периода процесса изнашивания (прирабочный, эксплуатационный, аварийный). Определение величины износа. Основные требования к трению деталей оборудования, наивыгоднейший зазор, максимально допустимый зазор. Классификация изнашивания (механическое, коррозионно-механическое и т. д.). Влияние различных факторов на характер изнашивания.

Смазка оборудования

Смазочные материалы, применяемые на предприятиях пищевой промышленности, и их основные свойства. Смазочные системы и устройства. Смазка отдельных трущихся пар (подшипников скольжения; червячных, цепных, цилиндрических передач и т. д.). Основные правила выбора смазочных материалов. Периодичность смазки оборудования. Нормы расхода смазочных материалов. Организация смазочного хозяйства на предприятии. Карта смазки оборудования.

Технология ремонта деталей, узлов и основного оборудования

Общая схема производственного процесса ремонта оборудования (разработка и сборка оборудования, статическая и динамическая балансировка деталей, обкатка, регулирование и испытание объектов ремонта). Ремонт валов. Ремонт муфт. Ремонт подшипников скольжения. Ремонт цилиндрических и конических передач. Ремонт червячных передач. Ремонт шнеков. Особенности ремонта основного технологического оборудования предприятий пищевой промышленности.

Организация и проведение монтажных работ

Способы производства монтажных работ (подрядный, хозяйственный, смешанный). Организация монтажа мелких объектов и отдельного оборудования. Виды монтажных работ, технические способы монтажа (индустриальный, крупными блоками, «по месту»). Статический и динамический расчеты фундаментов.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

К выполнению контрольной работы студент должен приступить после проработки и усвоения дисциплины. Студент выполняет контрольную работу по варианту, номер которого соответствует последней цифре шифра его зачетной книжки.

Исходные данные для каждого варианта приведены в табл. 1. На обложке тетради обязательно должен быть указан шифр зачетной книжки студента.

Таблица 1

Вариант	Наименование машины	Марка
1	Варочный котел	5-А
2	Темперирующая машина	ШТА
3	Горизонтальный пресс	POV-540-2
4	Валковая машина	912
5	Микс-машина	ММ-50
6	Формующая машина	МФБ-1
7	Отливочная машина	«Кавемиль-крем»
8	Заверточная машина	600/205
9	Сбивальная машина	EV-4, MB-35
10	Отсадочная машина	«Красный Октябрь»

Работа, выполненная по варианту, не соответствующему последней цифре шифра, не засчитывается. Студентам также следует иметь в виду, что при сдаче зачета по дисциплине перед экзаменом необходимо будет устно ответить на все вопросы преподавателя по выполненной контрольной работе.

Задание к контрольной работе № 1

1. В соответствии с вариантом, указанным в табл. 1, выбрать машину по книге [1]. Изучить схему машины и принцип ее работы.
2. Выполнить расчеты по определению:
 - а) продолжительности ремонтного цикла, межремонтного и межосмотрового периодов;
 - б) норм трудоемкости различных видов ремонтных работ;
 - в) продолжительности ремонта машины.

3. Дать описание состава работ при техническом обслуживании, текущем, среднем и капитальном ремонте заданной машины.

Данные для выполнения контрольной работы берутся из рекомендуемой литературы.

Методические указания по выполнению контрольной работы № 1

После выбора машины необходимо по [1] изучить ее инструкцию и принцип действия, выписать техническую характеристику. Кроме того, студенту рекомендуется ознакомиться с технической характеристикой и устройством машин аналогичного функционального назначения.

Затем необходимо выполнить расчеты в соответствии с п. 2 задания к контрольной работе. Исходные данные для расчетов следует взять из табл. 15.1 [2] в соответствии с выбранным вариантом машины. При этом следует учитывать, что сбивальная машина МВ-35 имеет одинаковую с темперирующей машиной ШТА категорию сложности ремонтного цикла, а отсадочная машина «Красный Октябрь» аналогична по вышеназванным показателям валковой машине 912.

Необходимо определить продолжительность ремонтного цикла, межремонтного и межосмотрового периодов, руководствуясь [2]. В результате должен быть составлен график планово-предупредительного ремонта с указанием всех элементов системы ППР.

Следующий этап расчетов – определение норм трудовых затрат на различные виды ремонта – производится с использованием табл. 1.2 [2]. При выборе норм продолжительности ремонта из табл. 15.3 [2] студенты, выполняющие контрольную работу по нечетному варианту, руководствуются исходными данными 1-й и 3-й графы таблицы, по четному – 2-й и 4-й.

Перед выполнением п. 3 задания к контрольной работе необходимо по рекомендуемой литературе [1–5] изучить примерный перечень работ, выполняемых при каждом виде ремонта технологического оборудования, а также организационные и технологические методы производства ремонта. Затем студент должен дать описание состава ремонтных работ по каждому виду ремонта для выбранной машины (5–10 наименований работ по каждому виду ремонта).

Требования к оформлению контрольной работы № 1

Контрольная работа оформляется в обычной тетради в клетку и должна содержать следующие разделы:

1. Марка машины и ее техническая характеристика.
2. Описание конструкции машины и принципа ее действия.
3. Описание особенностей эксплуатации машины.
4. Расчет продолжительности ремонтного цикла, межремонтного и межосмотрового периодов.
5. График планово-предупредительного ремонта машины.
6. Расчет норм трудоемкости различных видов ремонтных работ машины.
7. Расчет продолжительности ремонта машины.
8. Описание состава работ при техническом обслуживании, текущем, среднем и капитальном ремонте машины.

К тетради прилагается схема машины (технологическая или кинематическая), выполненная в карандаше на ватмане формата А4 или А3. Схема должна быть снабжена спецификацией или экспликацией.

Выполненную работу студент обязательно должен подписать. Работа должна быть написана разборчивым почерком, содержать необходимые пояснения, показывающие, что студент достаточно хорошо разбирается во всех вопросах данной контрольной работы. Графическая часть контрольной работы должна быть выполнена в соответствии с требованиями ЕСКД.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

Цель контрольной работы – ознакомление студентов с методикой выбора смазочных материалов и составление карты и схемы смазки технологического оборудования.

Студент обязан за несколько дней до занятий подготовиться к работе по методическим указаниям и соответствующим разделам лекций и рекомендуемой литературе, усвоить цель работы, знать способы смазки трущихся пар, периодичность смазки оборудования и нормы расхода смазочных материалов.

Общие понятия о трении и износе

При движении одной детали по другой всегда возникает трение. Детали в этом случае называются трущимися парами, а их соприкасающиеся поверхности – трущимися поверхностями.

Под силой трения понимают силу сопротивления, которую нужно преодолеть, чтобы заставить деталь, прижатую с некоторой силой к другой детали, двигаться по ее поверхности. Этот вид трения называется трением скольжения.

В том случае, когда шарик или ролик катятся по поверхности или детали перекатываются друг по другу, между ними возникает трение качения, которое при одинаковых силах, прижимающих детали друг к другу, меньше трения скольжения примерно в 10 раз.

Одной из главных причин вредного влияния трения при рабочих движениях деталей машин являются неровности, которые всегда имеются на трущихся поверхностях даже при самой тщательной механической обработке. Средние значения величин этих неровностей для некоторых видов следующие:

- чистовая обработка и расточка твердыми сплавами, чистовое шлифование, шабрение – от 2,5 до 6,0 мкм;

- алмазная обточка и расточка, очень чистое шлифование – от 1,0 до 2,5 мкм;

- хонингование, полирование, притирка – от 0,1 до 1,0 мкм.

В зависимости от наличия и толщины смазочного слоя между трущимися поверхностями, согласно теории гидродинамической смазки, различают четыре вида трения: сухое, граничное, полужидкостное и жидкостное.

Сухое трение возникает при полном отсутствии смазки и сопровождается интенсивным износом.

Граничное трение возникает у всех поверхностей скольжения при пуске и остановке машины или при ее работе с малым числом оборотов и с большой нагрузкой, когда масляная граничная пленка настолько тонка, что течение масла между трущимися поверхностями отсутствует.

Полужидкостное трение создается, когда толщина слоя масла недостаточна или этот слой не образует непрерывной масляной пленки, и в некоторых местах между трущимися поверхностями возникают небольшие островки, где имеет место непосредственное соприкосновение деталей. В условиях полужидкостного трения нагревание и износ деталей несколько меньше, чем при граничном трении.

Жидкостное трение возможно только при наличии нормативного смазочного слоя между трущимися поверхностями, полностью разъединяющего их, когда непосредственное трение металлических поверхностей заменяется внутренним трением слоев смазочного материала. Согласно теории жидкостного трения, сила трения внутри смазочного слоя возрастает пропорционально вязкости масла и наоборот.

Потери энергии учитываются коэффициентом трения. Коэффициент трения скольжения выражается отвлеченным числом, а коэффициент трения качения – в сантиметрах.

Трение определяет износ и нагрев трущихся поверхностей, а также их КПД.

Для работы трущихся пар самым благоприятным режимом является режим жидкостного трения.

Граничное и полужидкостное трение сопровождается разрушением граничной пленки смазки и соприкосновением неровностей трущихся поверхностей. Такое зацепление создает большую силу трения, интенсивный износ пар, повышает их температуру. Самым неблагоприятным режимом работы является режим сухого трения.

Основные сведения о смазочных материалах

Выбор смазочных материалов и условий смазки основывается на расчетах (например, расчете смазки подшипников скольжения) или на экспериментальных данных и опыте эксплуатации (например, выборе смазки для зубчатых передач).

В качестве смазочных материалов используют жидкие нефтяные и синтетические смазочные масла, пластичные (старое название – консистентные) и твердые смазки, а также воду, воздух и газы. Наибольшее распространение получили нефтяные смазочные масла и пластичные смазки. Сырьем для нефтяных смазочных масел является мазут, который получают из нефти после отгона светлых продуктов – бензинов и керосинов.

Нефтяные масла разделяют на масла общего назначения – индустриальные и специальные (турбинные, автомобильные, автотракторные, авиационные и др.). Специальные масла отличаются от общих наличием особых свойств, необходимых для соответствующих областей применения.

Важнейшей характеристикой жидких масел, учитываемой при их подборе, является вязкость. При подборе учитывают также температуру застывания, температуру вспышки, наличие примесей и т. п. Работоспособность смазки зависит от способности защищать поверхности трения от заедания (схватывание и перенос металлов) и задиров (глубокие и широкие борозды в направлении скольжения).

Для улучшения эксплуатационных свойств смазок применяют различные примеси. Так, для повышения смазочной способности к нефтяным маслам добавляют растительные жиры, жирные кислоты и другие примеси.

Пластичные смазки представляют собой масла, загущенные мылами, парафином или другими веществами. При малых нагрузках эти смазки проявляют свойства твердых тел (сохраняют первоначальную форму и не растекаются), при определенных критических нагрузках деформируются (текут подобно жидкости), а при снятии нагрузки снова обретают свойства твердых тел.

Пластичные смазки хорошо удерживаются в механизмах и не требуют сложных уплотнений. Наибольшее распространение получили смазки общего назначения – солидолы, жировая 1-13, консталины, а также специальные высокотемпературные ЦИАТИМ-221 и низкотемпературные ЦИАТИМ-201.

Солидолы синтетические (солидол С и пресс-солидол С) и жировые (УС-1, УС-2, УС-3) получают в результате загущения масел кальциевыми мылами жирных кислот. Солидолы водостойки; в их состав входит вода, которая служит стабилизатором структуры.

Консталин (УТ-1, УТ-2) отличается от жировой смазки 1-13 большей температурой применения (до 120 °С).

Твердые смазки (графит, дисульфид молибдена) применяют в виде порошков или паст при особых условиях эксплуатации: при низких или высоких температурах; глубоком вакууме; в случаях, когда не допускается загрязнение среды жидкими или пластичными смазками. Воду применяют для смазки подшипников скольжения из резины, текстолита или пластифицированной древесины; воздух и газы – для небольших малонагруженных и очень быстроходных подшипников скольжения.

Некоторые параметры, характеризующие свойства масел

Вязкость минеральных масел измеряется в единицах динамической и кинематической вязкости. Динамическая (абсолютная) вязкость выражает собой силы внутреннего трения между слоями жидкостей и газов.

Кинематической вязкостью, или удельным коэффициентом внутреннего трения, называют отношение динамической вязкости к плотности жидкости при одной и той же температуре. Размерность кинематической вязкости в системе СИ и МКС одинаковая – миллиметры квадратные в секунду. Динамическая вязкость применяется при гидродинамических расчетах вязкости масел для смазки трущихся поверхностей, а кинематическая – для расчета прокачиваемости масла по трубопроводам. Динамическую и кинематическую вязкость определяют с помощью приборов, называемых капиллярными вискозиметрами.

С повышением температуры вязкость масел снижется. При повышении температуры минеральных масел общего назначения от 50 до 100 °С – в 15 раз и более.

Температура вспышки – это температура, при которой пары масла образуют с окружающим воздухом смесь, воспламеняющуюся при поднесении к ней пламени. Эта температура служит показателем испаряемости и огнеопасности масла.

При сравнении двух видов масел примерно одинаковой вязкости лучшим считается то, которое имеет более высокую температуру вспышки.

Температура застывания масла характеризует потерю его подвижности при низкой температуре, т. е. когда масло после наклона стандартной пробирки под углом 45° остается неподвижным в течение 1 мин. Застывая, масло теряет подвижность, что приводит к сильному износу трущихся деталей, увеличивает расход электроэнергии и затрудняет холодный запуск машин.

Выбор смазочных материалов

Жидкие минеральные масла имеют преимущества по сравнению с пластичными смазками. Они стабильны по структуре, могут использоваться при больших оборотах и высоких температурах, пригодны для работы при низких температурах; смазывать ими детали можно без разработки и промывки узла.

Недостатки жидких смазок – сложность уплотнения смазываемых узлов из-за повышения текучести масел; необходимость частого пополнения, что требует установки специальных устройств.

Достоинствами жидких смазок являются:

- способность не вытекать из смазываемого узла, что упрощает его уплотнение;
- возможность продолжительной (до 6 месяцев) эксплуатации узла без замены в нем смазки.

Недостатки пластичных смазок:

- высокая вязкость, что исключает их применение при высоких числах оборотов;
- необходимость поддетальной разборки узла при замене смазки.

Смазка отдельных трущихся пар

Смазка подшипников скольжения

При вращении вала масло, заполняющее серповидное пространство между цапфой и вкладышем, будет стекать по цапфе. На самом узком участке серповидного пространства, где слой смазки будет иметь наименьшую толщину, образуется масляный клин. Проходя через самую узкую часть клинового зазора, масло приподнимает цапфу, принимая на себя ее нагрузку. Это понимается как несущая способность подшипника, которая увеличивается с уменьшением толщины смазочного слоя. Для рациональной работы давление в масляном клине достигает большой величины.

Необходимую вязкость смазки определяют, исходя из закономерностей гидравлической теории смазки, согласно которой толщина минимального масляного клина, м

$$h_{\min} = \frac{d_{\text{в}} \omega \mu t}{18,9 p S C},$$

где $d_{\text{в}}$ – диаметр шейки вала, м; ω – угловая скорость, рад/с, $\omega = 0,105n$; μt – динамическая вязкость масла при рабочей температуре, Па·с; p – удельное давление на подшипник, Па; S – зазор между отверстием и валом, мм, $S = d_{\text{п}} - d_{\text{в}}$, здесь $d_{\text{п}}$ – диаметр подшипника, м; C – коэффициент, учитывающий длину подшипника, $C = 1 + d_{\text{в}}/l$.

Для обеспечения режима жидкостного трения толщина слоя масла должна в 1,5–2 раза превышать сумму неровностей поверхностей подшипника и вала, что достигается при соблюдении условия

$$h_{\min} > h_{\text{кр}} = \delta_{\text{п}} + \delta_{\text{в}},$$

где $\delta_{\text{п}}$, $\delta_{\text{в}}$ – наибольшие высоты неровностей (выступов) поверхностей подшипника и вала, мм.

Численные значения $\delta_{\text{п}}$, $\delta_{\text{в}}$ зависят от шероховатости поверхности. Их определяют по табл. 2.

Таблица 2

Шероховатость поверхности Rz	Значение	Шероховатость поверхности Rz	Значение
2,0	0,026	0,63	0,0032
2,5	0,013	0,32	0,0016
1,25	0,0064	0,16	0,0008

Выбор класса чистоты сопрягаемых поверхностей в подшипниках производится по нормам машиностроения, приведенным в табл. 3. В таблице также приведены значения зазора в зависимости от посадки в системе отверстия.

Таблица 3

Диаметр, мм	Класс точности				Посадка	
	2-й		3-й			
	Вал	Отверстие	Вал	Отверстие		
От 3 до 6	9	8	8	7	0,01– 0,032	0,015–0,051
6–10	9	8	7	7	0,013–0,043	0,023–0,061
10–18	8	7	7	7	0,016–0,052	0,03–0,074
18–30	8	7	7	6	0,02– 0,063	0,015–0,093
30–50	8	7	7	6	0,025–0,077	0,05–0,112
50–80	8	7	7	6	0,03–0,09	0,065–0,135
80– 120	8	7	7	6	0,04–0,11	0,08–0,16
120– 180	–	–	6	6	0,05–0,13	0,1–0,195

Поскольку с повышением температуры вязкость смазки понижается, для определения динамической вязкости при рабочей температуре t по известному значению M_{50} (при $t = 50$ °С) используется формула

$$M_t = M_{50} (50/t)^m,$$

где $m = 2$ при $\nu = 20$ мм²/с; $m = 2,5$ при $20 < \nu < 50$ мм²/с; $m = 3$ при $\nu = 50$ мм²/с.

Кинематическая вязкость смазочных материалов, мм²/с

$$\nu = M/\rho,$$

где ρ – плотность смазки, кг/м³.

По найденному значению $\nu = 50$ мм²/с выбирают сорт смазки по табл. 4 с учетом особенностей узла трения.

Подача смазки к трущимся поверхностям подшипника скольжения производится несколькими способами. Наиболее простыми смазками являются: непрерывная, циркуляционная; кольцевая, осуществляемая посредством кольца; ручная; капельная или фитильная.

Таблица 4

Наименование масла	Вязкость кинематическая $\nu = 50$ мм ² /с	Температура вспышки, °С	Температура застывания, °С	Основное значение
Масло для высокоскоростных механизмов Л (велосит)	4–5,1	–	–25	Для точных механизмов с малой нагрузкой и прт больших числах оборотов
Масло для высокоскоростных механизмов Т (вазелиновое)	5,1–8,5	–	–20	То же
Приборное (МВП)	6,3–8,5	–	–60	Для КИП, работающих при низких температурах (в холодильной камере)
Сепараторное Л	6,1–10	135	+5	Для подшипников центрифуг и легких сепараторов, автоматов для расфасовки пищевых продуктов
Индустриальное 12 (веретенное 2)	10–14	165	–30	Для средних сепараторов, холодильных машин, подшипников быстроходных машин; для подшипников с кольцевой смазкой с окружной скоростью 3 м/с

Продолжение табл. 4

Наименование масла	Вязкость кинематическая $\nu = 50 \text{ мм}^2/\text{с}$	Температура вспышки, °С	Температура застывания, °С	Основное значение
Сепараторное Т	14–17	165	+5	Крупные сепараторы и скоростные машины с малыми нагрузками
Индустриальное 20 (веретенное 3)	17–23	170	–20	Для подшипников с кольцевой смазкой, электродвигателей мощностью 10 кВт, центробежных насосов, зубчатых передач, трансмиссии, подшипников средне-нагруженных
Индустриальное 30 (машинное Л)	27–33	180	–15	Для валов, зубчатых передач, центробежных насосов, металлорежущих станков с большой нагрузкой и малыми скоростями
Индустриальное 45 (машинное С)	38–52	190	0	Для тяжелых машин и станков с малыми скоростями, для редукторов червячных, цилиндрических, цилиндрических, кривошипно-шатунных механизмов (для тех же узлов, что

Продолжение табл. 4

Наименование масла	Вязкость кинематическая $\nu = 50 \text{ мм}^2/\text{с}$	Температура вспышки, °С	Температура застывания, °С	Основное значение
Индустриальное 45 (машинное С)				и индустриальное 30, но с повышенной температурой)
Индустриальное 50 (машинное СУ)	42–58	200	–20	То же при повышенных нагрузках и малых скоростях (назначается в особых случаях)
Цилиндровое 11 (цилиндровое 2)	9–13 при 100 °С	215	+5	Для червячных передач, редукторов большой мощности, тихоходных механизмов, паровых насосов с давлением 0,5 МПа, для машин и арматуры, работающих на насыщенный паре
Цилиндровое 38 (цилиндровое б)	32–44 при 100 °С	300	+17	Для машин и арматуры, работающих на перегретом паре, и механизмов, работающих при высоких температурах
Компрессорное М	8,5–14 при 100 °С	–	–	Для одноступенчатых компрессоров низкого давления и двухступенчатых среднего давления

Наименование масла	Вязкость кинематическая $\nu = 50 \text{ мм}^2/\text{с}$	Температура вспышки, °С	Температура застывания, °С	Основное значение
Компрессорное Т	15–21 при 100 °С	–	–	Для многоступенчатых компрессоров повышенного давления
Трансформаторное	33	–	–	Для заливки трансформаторов, масляных выключателей и другой высоковольтной аппаратуры

Тяжелонагруженные подшипники скольжения необходимо обеспечивать обильной жидкой циркуляционной смазкой, подаваемой насосом под давлением от 0,05 до 0,35 МПа. Ручная смазка, а также капельная и фитильная применяются только в неответственных подшипниках, работающих с малыми скоростями и большими перерывами, когда нецелесообразно использовать циркуляционную смазку.

Периодичность смазывания маслом составляет один-два раза в смену при ручной смазке.

В табл. 5 приведены нормы расхода масла в граммах для подшипников скольжения при капельной и фитильной смазке за 8 ч работы.

Для тихоходных валов применяют пластичные смазки, которыми также целесообразно смазывать подшипники скольжения, установленные в труднодоступных для смазки местах или в открытых или пыльных помещениях.

Таблица 5

Диаметр вала, мм	Скорость вращения вала, 1/с							
	1	1,5	2,5	4,0	6,0	8,0	11,0	15,0
30	1	1	3	6	7	10	14	20
40	1	2	6	9	12	18	24	34
50	3	5	9	14	20	29	40	68
60	5	10	14	22	31	45	62	90
70	7	13	19	32	44	63	88	127
80	9	17	26	42	59	84	118	168
90	11	22	33	54	76	108	152	216
100	14	28	42	72	96	140	196	280
110	18	34	52	88	120	172	240	344
120	22	42	62	104	144	208	288	–
130	26	51	77	128	180	256	360	–
140	30	61	91	152	212	304	–	–
150	35	70	106	176	246	352	–	–

Режим смазывания подшипников пластичной смазкой рекомендуется применять в соответствии с данными табл. 6. Расход пластичной смазки за 8 ч работы при ручной набивке подшипника скольжения (втулки) равен 0,5 г.

Таблица 6

Система смазки	Условия работы	Режим смазывания
Централизованная	Непрерывная работа деталей при тяжелых температурных условиях и большой нагрузке	Два-три раза в смену
	Непрерывная работа, но в нормальных температурных условиях	Два раза в смену (перед началом и в середине смены)

Система смазки	Условия работы	Режим смазывания
Смазка шприцем через пресс-масленку	Периодическая работа деталей при незначительной нагрузке	Один раз в смену перед началом работы
	Периодическая работа деталей при малой нагрузке	Один раз в 1–2 суток
Ручная смазка колпачковой масленкой	Кратковременная работа деталей	Один-два раза в неделю

Сорт пластичной смазки для подшипников скольжения выбирают из табл. 7 с учетом особенностей узла трения.

Таблица 7

Наименование смазки	Основное назначение
Универсальная низкоплавкая УН-1 (вазелин технический)	Для подшипников скольжения с малой нагрузкой при $t < 35$ °С. Для защиты от коррозии и для консервации деталей при хранении
Универсальная низкоплавкая УН-2 (вазелин технический высокоплавкий)	То же при $t < 45$ °С
Универсальная УН-3 (пушечная смазка)	Для защиты от коррозии при хранении
Универсальная среднеплавкая УС-2, УС-3, УС-м (солидол жировой марок Л и М)	Для подшипников скольжения и других пар трения, работающих при малых и средних нагрузках и скоростях при температурах 55–75 °С
Универсальная УС-Т (солидол эмульсионный)	То же при $t < 75$ °С. Заменитель жирового солидола
Мазь графитная (смазка УС-А)	Для открытых зубчатых шестеренок цепных передач (транспортёры, приводы открытые, поршневые насосы)
Универсальная тугоплавкая марок УТ-1, УТВ, УТс-1, УТ-2, УТс-2 (типа консталина)	Для шарико- и роликоподшипников и других узлов трения, работающих в условиях большой влажности при температурах до 90–130 °С
ЦИАТИМ-201	Для быстроходных подшипников и узлов трения до $t = 120$ °С

Смазка подшипников качения

Для смазывания подшипников качения служат минеральные масла и пластичные смазки, при выборе которых необходимо учитывать размеры подшипника, действующую на него нагрузку, скорость вращения и другие эксплуатационные условия.

Для подшипников с окружной скоростью до 4–5 м/с могут применяться как жидкие, так и пластичные смазки. При больших окружных скоростях и малых нагрузках рекомендуются жидкие масла. Выбирают их по вязкости в зависимости от скорости: чем больше скорость, тем меньше должна быть вязкость масла. В табл. 8 приведены значения кинематической вязкости ($\text{мм}^2/\text{с}$) для разных рабочих температур. Для выбора сорта масла можно использовать справочный материал в такой последовательности – от табл. 8 к табл. 4.

Таблица 8

Зона	Рабочая температура, °С			
	До 0	0–60	60–100	Свыше 100
1	2–2,2	2,8–4,5	5,5–8,5	18–25
2	2–2,2	2,8–4,5	5,5–8,5	15–18
3	2–2,2	2,2–3,2	4–4,5	9–12
4	2–2,2	2,2–3,2	2,8–3,2	9–12

Смазывание пластичной смазкой осуществляется первоначальным заполнением свободного пространства в подшипниковом узле на длительное время без применения каких-либо дополнительных устройств. Сорт пластичной смазки может быть выбран по табл. 7. Степень заполнения – не более $2/3$ свободного объема полости корпуса с забивкой.

Пополнение свежими дозами смазки производится не реже чем через 3 месяца; полная смена – через 3–6 месяцев при трехсменной работе подшипника, через 6–8 месяцев при двухсменной и через 8–12 месяцев при односменной работе.

При использовании пластичной смазки расход определяют в зависимости от диаметра вала, исходя из объема смазочной ванны (табл. 9). Расход жидкого масла в зависимости от диаметра вала приведен в табл. 10. Периодичность добавления масла составляет один раз в два-три дня.

Таблица 9

Диаметр вала, мм	Вместимость смазочной ванны, г	Расход смазки, г
До 10	135	0,25
10–15	200	0,35
15–20	275	0,5
20–30	400	0,7
30–40	550	0,9
40–50	675	1,2
50–60	825	1,5
60–70	930	1,7
70–80	1100	2,0

Таблица 10

Диаметр вала, мм	Расход масла, г	Диаметр вала, мм	Расход масла, г
До 30	0,5	50–60	2,0
30–40	1,0	60–70	2,5
40–50	1,5	70–80	3,0

Смазка зубчатых цилиндрических и конических передач

Действие смазки на работу зубчатых цилиндрических и конических передач и выбор смазки во многом зависят от того, насколько надежно они защищены от влияния окружающей среды. Ориентировочно выбор масла для смазки закрытых зубчатых передач можно производить по табл. 11.

Таблица 11

Тип передачи	Характеристика передачи	Рекомендуемый сорт масла
Цилиндрические	Тихоходные; межцентровое расстояние между осями параллельных валов, мм: до 500 свыше 500 Тяжелые условия работы, рабочая температура более 55–60 °С	Индустриальное 45, 50 Цилиндровое 11 Цилиндровое 24

Окончание табл. 11

Тип	Характеристика	Рекомендуемый
-----	----------------	---------------

передачи	передачи	сорт масла
Конические	Дистанция корпуса, мм: до 300 свыше 300	Индустриальное 45, 50 Цилиндровое 11
Быстроходные всех типов	Число оборотов в минуту: 10 000 3 000 1 500	Велосит и индустри- альное 12 Индустриальное 20 Индустриальное 30

При использовании жидких масел расход за 8 ч работы определяется замером картера (табл. 12). Пластичную смазку в картер добавляют один раз в месяц, а жидкий смазочный материал – один раз в три-четыре дня.

Таблица 12

Вместимость картера, кг	Расход масла, г	Вместимость картера, кг	Расход масла, г
До 5	6	30–50	3,5
5–10	5,5	50–75	3
10–15	5	75–100	2,5
15–20	4,5	Свыше 100	2
20–30	4		

У открытых зубчатых передач зубья колес смазывают вручную (лейкой или щеткой) или через обычные масленки.

Для ручной смазки применяется пластичная смазка, которая хорошо удерживается на металле. Расход масла и мази для открытых передач определяются по 0,5 г на 1 см диаметра шестерни при ее ширине 50 мм. Режим смазки – один раз в смену для масел и один раз в пять дней для мазей.

Способ смазки погружением зубьев зубчатых колес в масло применяется при окружных скоростях 12–15 м/с. Глубину погружения для цилиндрических зубчатых колес рекомендуется выбирать в пределах 0,75–2 от высоты зубьев, но не менее 10 мм. Колеса конических передач необходимо погружать в смазку на всю длину зуба.

Смазка червячных передач

Червячные редукторы, как правило, смазываются жидкими маслами. Вязкость смазки выбирается по удельной нагрузке на зуб и окружной скорости колеса (табл. 13).

Таблица 13

Окружная скорость колеса, м/с	Удельное давление, Н/м ²	Вязкость смазки $\nu = 50 \text{ мм}^2/\text{с}$
До 1,0	30	235
1,0–2,5	20–30	170
2,5–5,0	10–20	115
5,0–10,0	≤ 10	79
10,0–15,0	≤ 10	56
15,0–25,0	≤ 10	45
Свыше 25,0	≤ 10	45

Удельное давление на зуб рассчитывается по формуле

$$p = \frac{N}{WBl},$$

где p – удельное давление, Н/м²; N – передаваемая мощность, Вт; W – окружная скорость, м/с; B – высота зуба, мм; l – длина зуба, мм.

Выбор сорта масла может быть произведен также ориентировочно по табл. 14.

Таблица 14

Условия работы червячной пары	Рекомендуемый сорт масла при температуре масляной ванны, °С	
	До 50	50–70
Периодическая работа при легкой нагрузке: до 10 с^{-1} червяка свыше 10 с^{-1} червяка	Для тихоходных дизелей Т Индустриальное 45, 50	Цилиндровое 11 и автотракторное АКп-10 Для тихоходных дизелей Т
Постоянная работа при тяжелой нагрузке: до 10 с^{-1} червяка свыше 10 с^{-1} червяка	Цилиндровое 24 и трансмиссионное автотракторное летнее Цилиндровое 11 и автотракторное АК-15	Для прокатных станков в марке П-28 и цилиндрическое 38, 52 Цилиндровое 24 и трансмиссионное автотракторное летнее

Для червячных передач с цилиндрическим червяком (с окружной скоростью до 10 м/с) смазка погружением допустима независимо от того, окунается в смазку червяк или червячное колесо. В червячных передачах с нижним расположением червяка его следует погружать в смазку не глубже высоты витка, при верхнем расположении червяка глубина погружения должна быть не ниже высоты зуба колеса. Объем масляной ванны принимается таким, чтобы на 1 кВт передаваемой мощности приходилось $0,35\text{--}0,7 \text{ л}$ масла. Периодичность смазки червячных редукторов такая же, как и у зубчатых. Единовременный расход смазочного материала можно определить по табл. 15.

Таблица 15

Диаметр червяка (винта), мм	Расход смазки на 1 м длины, г	Диаметр червяка (винта), мм	Расход смазки на 1 м длины, г
60	6,0	30	3,0
50	5,0	20	2,0
40	4,0	10	1,0

Для червячных редукторов нормы расхода определяют по табл. 10.

Смазка электродвигателей

Для электродвигателей обычно применяют консталин УТ-1 и УТс-1 или солидол УС-2 и УСс-2. Срок службы смазки в подшипниках электродвигателей, работающих в три смены, составляет до шести месяцев.

Добавка смазки производится один раз в один–три месяца через соответствующие приспособления или непосредственно через снятый фланец подшипника.

Расход смазочных материалов на оба подшипника электродвигателя обуславливается его мощностью (табл. 16).

Таблица 16

Мощность электродвигателей, кВт	Расход за 8 ч, г	
	Жидкое масло	Пластичная смазка
До 0,5	1,0	0,5
0,5–1,0	1,5	0,5
1,0–2,0	2,0	0,5
2,0–3,0	3,0	0,5
3,0–4,0	3,5	0,5
4,0–5,0	5,0	0,5
5,0–6,0	5,5	1,0
6,0–7,0	6,0	1,0
7,0–10,0	7,0	1,0
10,0–15,0	8,0	1,0
15–20	9	1,5
20–30	10	1,5
30–50	12	2,0

Смазка цепных передач

Смазочный материал для цепных передач выбирают в зависимости от окружной скорости, рабочей температуры и систем смазки. Обычно применяют масла – цилиндрическое П и индустриальное 45.

Цепи открытых передач смазывают пластичной смазкой с добавлением графита.

Периодичность смазки маслом – один раз в смену, пластичной смазкой – один раз в месяц.

Расход пластичной смазки (например, УС-1) определяется из расчета 0,4 г на 1 м длины в час, а при смазывании жидким маслом – 1,0 г на 1 м длины цепи в час.

Другие виды трущихся пар

Для зубчатых муфт обычно используют масла: трансмиссионное; автотракторное АКп-10, АК-15; цилиндрическое П. Направляющие оборудования, работающего при высоких температурах, смазываются пластичными смазками.

Подпятники смазывают пластичной смазкой один раз в месяц и жидким маслом, доливаемым в корпус, один раз в три–пять дней.

Смазка шарниров жидким маслом производится один-два раза в смену, а пластичной смазкой – один-два раза в месяц.

Повторное использование смазок

Отработанные смазки разрешается использовать повторно только после их очистки от механических примесей и восстановления физико-химических свойств. Для регенерации специальные масла собирают по маркам или подразделяют по видам и способам производства, индустриальные – сливают все вместе.

Механические примеси и воду из масел удаляют отстоем, фильтрацией и сепарацией. Для отстоя и фильтрации используют специальные бачки. Продолжительность отстоя при комнатной температуре составляет сутки–трое, при температуре 70–90 °С – 2–4 ч. В качестве фильтрующих материалов применяют сукно, фетр, бельтинг, фильтровальную бумагу. Сепарацию масел производят в центрифугах, частота вращения барабанов в которых 100–900 об/мин. Сепарацию масел производят в центрифугах, частота вращения барабанов в которых 100–150 с⁻¹; масло предварительно нагревают до 60–80 °С.

Не разрешается добавлять к смазкам горючие растворители – керосин, соляровое масло и др.

Задание к контрольной работе № 2

1. Выбрать сорт смазки для конкретной (по указанию преподавателя) машины, согласно заданию к контрольной работе № 1.
2. Определить расход смазки для машины.
3. Составить схему и карту смазки.

Требования к оформлению контрольной работы № 2

При выполнении схемы смазки вычерчивается внешний вид машины в общих чертах с указанием мест смазки (маслоприемников) с помощью условных обозначений.

Карта смазки составляется по специальной форме (табл. 17). Для обозначения мест и способов смазки можно рекомендовать условные обозначения, применяемые заводами пищевого машиностроения (табл. 18).

Таблица 17

Карта смазки

Наименование предприятия _____

Цех или отделение _____

Наименование оборудования _____

Наименование, деталей, узлов и механизмов, подлежащих смазке	Условное обозначение на схеме	Количество единиц	Сорт смазочного материала	Периодичность смазывания	Способ подачи смазочного материала	Норма расхода смазочного материала в смену, г	
						На единицу продукции	Всего
Подшипник скольжения	—	2	Индустриальное	Два раза в смену	Через наливную масленку	12	24
Открытая цилиндрическая зубчатая передача	—	1	УС-2	Один раз в пять дней	Ручной	2	2

Таблица 18

Условные обозначения смазки		Способ смазки	Периодичность смазывания и вид смазочного материала
Место	Способ		
	○	В картере или ванне	При сборке
	○		Периодическая, пластичной смазкой
	□		Периодическая, маслом
	▽	Наливом в отверстие	Периодическая, маслом
		Ручной	Периодическая, пластичной смазкой
		Через наливную масленку	Периодическая, маслом
		Через колпачковую масленку	Периодическая, пластичной смазкой
	◇	Через пресс-масленку	Периодическая, маслом и пластичной смазкой
	*		Периодическая, пищевыми жирами

Примечание. Знак «*» (способ) представляется как дополнительный ко всем остальным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Маршалкин Г.А.** Технологическое оборудование кондитерских фабрик. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1984. – 447 с.
2. Технологическое оборудование пищевых производств / Б.М. Азаров, Х. Аурих, С. Дичев и др. – М.: Агропромиздат, 1988. – 463 с.
3. Машины и аппараты пищевых производств: В 2 кн. / С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков и др. – М.: Высш. шк., 2001. – 703 с.
4. Схема и карта смазки оборудования. СПб-2002 г. Д5477П.
5. Система планово-предупредительного ремонта в пищевой промышленности. СПб-2004 г. Д5541П.

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	3
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1.....	8
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2.....	11
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	34

Арсеньев Владимир Владимирович

**ДИАГНОСТИКА, РЕМОНТ, МОНТАЖ,
СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ
ОБОРУДОВАНИЯ**

Рабочая программа
для студентов специальности 170600
специализаций 170601 и 170606
факультета заочного обучения и экстерната

Редактор

Е.О. Трусова

Корректор

Н.И. Михайлова

Компьютерная верстка

Н.В. Гуральник

Подписано в печать 27.12.2005. Формат 60×84 1/16
Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,09. Печ. л. 2,25. Уч.-изд. л. 2,06
Тираж 100 экз. Заказ № С 148

СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9
ИПЦ СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9