

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Д. Б. Подашев

ОБСЛУЖИВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Учебно-методическое пособие по практическим занятиям для студентов,
обучающихся по направлению подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2025

УДК 67.05

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов питания
ФГБОУ ВО «КГТУ» М. Н. Альшевская

Подашев, Д. Б.

Обслуживание автоматизированного технологического оборудования:
учеб.-методич. пособие по практическим занятиям для студ. по напр. подгот.
15.03.02 Технологические машины и оборудование / Д. Б. Подашев –
Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2025. – 65 с.

В учебно-методическом пособии по практическим занятиям дисциплины
«Обслуживание автоматизированного технологического оборудования»
представлены материалы по подготовке к практическим занятиям для
направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование.
Практические занятия предназначены для закрепления теоретического
материала. Учебно-методическое пособие содержит общие требования к
выполнению практических работ и их оформлению

Табл. 26, рис. 11, список лит. – 18 наименований

Учебно-методическое пособие рекомендовано к изданию в качестве
локального электронного методического материала для использования в
учебном процессе методической комиссией института агроинженерии и
пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический
университет» 28 февраля 2025 г., протокол № 2

Учебно-методическое пособие рассмотрено и рекомендовано к
опубликованию кафедрой инжиниринга технологического оборудования
13 декабря 2024 г., протокол № 5

УДК 67.05

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2025 г.
© Подашев Д. Б., 2025 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ.....	5
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1. Выявление возможных неисправностей автоматизированного оборудования.....	7
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2. Расчет длительности ремонтного цикла оборудования.....	10
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3. Обеспечение планово-предупредительных ремонтов оборудования пищевых и перерабатывающих производств.....	18
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 4. Оценка технических параметров оборудования пищевой и перерабатывающей промышленности установленным требованиям. Определение остаточного ресурса.....	27
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 5. Построение сетевых графиков монтажа технологического оборудования пищевой и перерабатывающей промышленности.....	39
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 6. Составление технологической карты технического обслуживания оборудования.....	45
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 7. Составление технологической карты дефектовки деталей.....	50
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 8. Поддержание работоспособности технологического оборудования. Определение потребности в смазочных материалах.....	55
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	63

ВВЕДЕНИЕ

Сохранение точности и безотказности работы автоматизированного оборудования возможно только при выполнении правил эксплуатации, направленных на защиту оборудования от влияния вредных факторов, возникающих в процессе его работы.

Правила монтажа и технической эксплуатации оборудования охватывают широкий круг вопросов, включающий устройство помещений; выбор рациональной схемы монтажа; оптимальные режимы работы; выполнение требований по техническому обслуживанию и тщательный надзор за выполнением этих требований. В связи с этим главной целью рациональной эксплуатации автоматизированного оборудования является гарантирование длительной и безотказной работы его узлов и механизмов с установленной производительностью и характеристиками качества обработки при наименьших расходах на восстановление работоспособности.

Тем не менее, в процессе эксплуатации из-за естественного износа отдельных деталей, узлов и агрегатов происходит снижение работоспособности оборудования. Восстановление его эксплуатационных показателей осуществляется путем тщательного ухода, систематического осмотра, проведения текущего и капитального ремонтов с заменой изношенных деталей и соответствующей наладкой оборудования.

Высокие технико-экономические показатели при выполнении ремонта могут быть достигнуты лишь в результате систематизации всех работ, производимых одновременно в направлениях: улучшение содержания действующего оборудования; соблюдение сроков выполнения планово-предупредительного ремонта; улучшения качества ремонтных работ за счет использования современных материалов и технологий.

Изучая ремонт отдельных машин и аппаратов, основное внимание следует уделить технологии и организации проведения передовых методов ремонта и, в частности, поточно-узловому методу, при котором ремонт сводится к замене износившихся или поломанных деталей и узлов новыми или заранее отремонтированными.

Цель учебного пособия – практическое ознакомление будущих специалистов с основами организационных и технических мероприятий по выявлению неисправностей, надзору, обслуживанию и ремонту автоматизированного оборудования, которые должны проводиться профилактически по заранее составленному плану с целью предотвращения прогрессивного износа, предупреждения аварий и поддержания оборудования в постоянной эксплуатационной готовности. Данное учебное пособие охватывает основные разделы вышеуказанных мероприятий, решает задачу формирования у студентов практических умений и навыков выявления неисправностей, обслуживания и ремонта автоматизированного оборудования.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Практические занятия проводятся с целью формирования у студентов умений и навыков наладки, эксплуатации и ремонта средств технологического оснащения.

Практические занятия по дисциплине «Обслуживание автоматизированного технологического оборудования» являются важной составной частью учебного процесса изучаемого курса, поскольку помогают лучшему усвоению курса дисциплины, закреплению знаний.

В ходе самостоятельной подготовки студентов к практическому занятию необходимо не только воспользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, но и проявить самостоятельность в отыскании новых источников, интересных фактов, статистических данных, связанных с изучаемой проблематикой практического занятия.

Объем (трудоемкость освоения) и структура ПЗ:

Номер темы	Содержание практического (семинарского) занятия
1	Выявление возможных неисправностей автоматизированного оборудования
2	Расчет длительности ремонтного цикла оборудования
3	Обеспечение планово-предупредительных ремонтов оборудования пищевых и перерабатывающих производств
4	Оценка технических параметров оборудования пищевой и перерабатывающей промышленности установленным требованиям. Определение остаточного ресурса
5	Построение сетевых графиков монтажа технологического оборудования пищевой и перерабатывающей промышленности
6	Составление технологической карты технического обслуживания оборудования
7	Составление технологической карты дефектовки деталей
8	Поддержание работоспособности технологического оборудования. Определение потребности в смазочных материалах

Обучающийся должен подготовить по рассматриваемому занятию отчет, защитить его, ответив устно на вопросы преподавателя.

По результатам защиты отчета преподаватель выставляет экспертную оценку по четырехбалльной шкале – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка «отлично» ставится обучающемуся обладающему системностью, обстоятельностью и глубиной излагаемого материала, способностью воспроизвести основные тезисы по теме практического занятия, готовому развернуто отвечать на вопросы преподавателя. Оценка «хорошо» ставится обучающемуся обладающему глубиной и системностью излагаемого материала, но имеющему некоторые затруднения при ответе на вопросы. Оценка «удовлетворительно» ставится

обучающемуся имеющему недостатки информации по теме практического занятия, имеющему затруднения при ответе на вопросы преподавателя. Оценка «неудовлетворительно» ставится обучающемуся, не обладающему информацией по теме практического занятия, неспособному ответить на вопросы преподавателя.

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом его индивидуальных психофизических особенностей.

После изучения курса и выполнения практических работ студент должен:

Знать:

- методы оценки соответствия технических параметров автоматизированного технического обслуживания и ремонта технологического оборудования и процессов в организации пищевой и перерабатывающей промышленности требованиям проектной документации;

- методы организации труда при внедрении новых технологий технического обслуживания и ремонта автоматизированного технологического оборудования и процессов в организации пищевой и перерабатывающей промышленности;

- технологии технического обслуживания и ремонта технологического оборудования и процессов в организации пищевой и перерабатывающей промышленности;

- технические характеристики и правила эксплуатации оборудования в организациях пищевой и перерабатывающей промышленности;

- нормативно-техническая документация по эксплуатации оборудования в организациях пищевой и перерабатывающей промышленности;

уметь:

- производить пусконаладочные и экспериментальные работы по освоению новых технологических процессов технического обслуживания и ремонта технологического оборудования и процессов в организации пищевой и перерабатывающей промышленности;

- производить оценку соответствия технических параметров технического обслуживания и ремонта технологического оборудования и процессов в организации пищевой и перерабатывающей промышленности требованиям проектной документации;

- организовывать плановые осмотры и регламентные работы автоматизированного оборудования;

владеть:

- методами формирования подсистемы оперативного сбора и анализа данных о фактическом состоянии оборудования и систем автоматики, в том числе, путем съема информации с внешних датчиков;

- методами формирования подсистемы предупредительного обслуживания на основе оценки фактического состояния оборудования;

- методами формирования подсистемы внепланового технического обслуживания на основе оценки фактического состояния оборудования.

Практическая работа 1. Выявление возможных неисправностей автоматизированного оборудования

Цель работы: получить практические навыки оперативного сбора и анализа данных о фактическом состоянии оборудования, а также выявления типовых неисправностей оборудования и методов их устранения.

Краткие теоретические сведения

Потери от внезапного выхода из строя ответственных элементов оборудования дорого обходятся бюджету предприятия [2, 18]. В станках и другом автоматизированном оборудовании могут быть различного рода неисправности. Многие из них возникают из-за несоблюдения инструкций по уходу и обслуживанию. В любом случае, прежде чем приступить к устранению неисправности, нужно ознакомиться с перечнем типовых неисправностей и методами их устранения в руководствах по обслуживанию соответствующего оборудования или в информации по сервисному и техническому обслуживанию.

При идентичности характера возникшей неисправности с описанной, нужно воспользоваться предлагаемыми методами устранения.

Для разработки таблицы перечня типовых неисправностей и методов их устранения необходимо выполнить анализ служебного назначения, конструкции и условий работы оборудования. При анализе конструкции и условий работы оборудования следует учитывать, что технологическое оборудование, как правило, имеет сложную, иерархическую структуру и разделяется на отдельные системы, которые могут рассматриваться как совокупность отдельных систем, подсистем и элементов.

Например, металлорежущий станок может включать в себя следующие системы:

1. Система «Главный привод» (обеспечивает движение инструмента или заготовки со скоростью резания, сообщает исполнительному элементу движение с заданными параметрами, передает движение заготовке или инструменту со скоростью резания).

2. Система «Привод подачи» (обеспечивает движение подачи и позиционирование, перемещение инструмента относительно заготовки со скоростью подачи).

3. Несущая система (обеспечивает определенное взаимное расположение инструмента с обрабатываемой деталью и заданные траектории движения элементов станка).

4. Система смены заготовок (обеспечивает загрузку и выгрузку заготовок).

5. Система смены инструмента (обеспечивает замену и зажим инструмента).

6. Система удаления стружки (обеспечивает своевременное удаление стружки из рабочей зоны и от станка).

7. Система обеспечения подачи смазочно-охлаждающей технологической среды (обеспечивает своевременную и дозированную подачу СОТС, отвод и

сбор СОТС).

8. Система ручного управления (обеспечивает ручное управление работой станка в режиме наладки).

9. Система автоматического управления (обеспечивает автоматическую работу станка по заданной программе и поддерживает заданный режим работы станка).

10. Система адаптивного управления (обеспечивает адаптацию работы узлов станка к изменяющимся условиям обработки).

11. Система контроля (обеспечивает контроль точности обработки и качества обрабатываемой поверхности, контроль состояния инструмента, контроль технических характеристик узлов станка, отключение станка при поломках узлов).

12. Система смазки (обеспечивает смазку узлов станка в процессе эксплуатации).

13. Система электропитания и электроавтоматики (обеспечивает электроснабжение узлов и систем станка в процессе эксплуатации).

14. Система гидроприводов оборудования (обеспечивает рабочие и вспомогательные перемещения узлов оборудования, загрузочно-разгрузочных устройств и технологической оснастки).

На основе анализа служебного назначения, конструкции и возможных условий работы систем автоматизированного оборудования определяются признаки, возможные причины возникновения и способы устранения неисправностей, возникающих при его эксплуатации. Рекомендации по выявлению признаков, причин возникновения и способов устранения неисправностей систем и узлов для различного оборудования приведены в [2, 18].

Задание на практическое занятие

Согласно индивидуальному варианту задания на практическую работу (выдается преподавателем согласно таблице 1.1) выполнить анализ служебного назначения, конструкции и условий работы оборудования.

Таблица 1.1 – Варианты заданий

№ варианта	Наименование автоматизированного оборудования
1	Холодильный агрегат Copeland
2	Обрабатывающий центр с ЧПУ HCNC
3	Станция управления насосными двигателями СУЗ
4	Дизельная генераторная установка TSS Standart
5	Конвейер В.PRO BLANCO ленточный
6	Система порционирования MARELEC PORTIO
7	Автоматизированное фасовочное оборудование ILERSAC L
8	Шнековый дозатор FLG
9	Фасовочно-упаковочное оборудование карусельного типа АДНК
10	Автоматическая упаковочная машина HLNВ-520

Порядок выполнения задания

1. Составить перечень систем анализируемого оборудования.
2. Изучить методическое пособие, а также руководство по эксплуатации соответствующего оборудования, определить признаки, возможные причины возникновения и способы устранения неисправностей в системах оборудования, возникающих при его эксплуатации.
3. Привести описание признаков, возможные причины возникновения и способы устранения неисправностей, возникающих при эксплуатации анализируемого оборудования. Результаты рекомендуется оформлять в виде таблицы (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Характерные неисправности оборудования модели

Система	№	Характер неисправности	Возможные причины возникновения	Методы устранения
	1			
	2			
	...			
	1			
	2			
	...			
	1			
	2			
	...			

4. Сформулировать выводы по работе.

Пример решения

Ознакомившись с перечнем типовых неисправностей и методами их устранения в руководствах по обслуживанию соответствующего оборудования или в информации по сервисному и техническому обслуживанию, приводим данную информацию в виде таблицы 1.3.

Таблица 1.3 – Перечень типовых неисправностей и методы их устранения в руководстве по обслуживанию станка Haas (фрагмент)

Руководство по устранению неисправностей		
Признак	Вероятные причины	Способ устранения
Устройство включено, но индикатор переключателя питания не горит	Блок управления не получает питания	Проверьте шнур питания, предохранитель и источник переменного тока
Кнопки Start (Пуск) и Zero Return (Возврат в нужную точку) не передней панели не работают	В режиме программирования (Program) или параметр 6 установлен на 1	Измените параметр 6 на 0, включите режим выполнения RUN
При попытке ввода программы появляется индикация Error	Параметр 7 установлен на 1	Измените параметр 7 на 0
Вибрация заготовки при индексации или	1. Не работает тормоз (HRT и TRT)	Обратитесь в отдел технического обслуживания Haas

Руководство по устранению неисправностей		
Признак	Вероятные причины	Способ устранения
непрерывной обработке	2. Сильный люфт 3. Сильный люфт червяка	
HA5C и A6 – заедание цанги с жестким упором и/или недостаточное зажимное усилие	Сильное трение шпинделя/цанга	Смажьте шпиндель и цангу смазкой с дисульфидом молибдена
Утечка воздуха в районе заднего тормозного диска, HRT и TRT	Задувание стружки в зазор между уплотнительным кольцом и тормозным диском	Обратитесь в отдел технического обслуживания Naas. Не используйте пневмопистолет вокруг тормозного диска.
HRT (A6) – залипание цанги с жестким упором и/или недостаточное зажимное усилие	Сильное трение шпиндель/цанга	Смажьте шпиндель и цангу смазкой с дисульфидом молибдена

Вопросы для контроля

1. Цель разработки перечня типовых неисправностей и методов их устранения.
2. В каких документах может быть размещен перечень типовых неисправностей оборудования?
3. Функция технической системы. Анализ функции технической системы
4. Поясните понятие «иерархическая структура».
5. Перечень систем, характерных для автоматизированного оборудования.
6. Подсистемы, входящие в «Систему обеспечения подачи СОТС»
7. Подсистемы, входящие в систему «Главный привод»
8. Подсистемы, входящие в систему «Привод подачи»
9. Подсистемы, входящие в «Систему удаления стружки»
10. Подсистемы, входящие в «Систему смены заготовок»

Практическая работа 2. Расчет длительности ремонтного цикла оборудования

Цель работы: приобретение умений организации плановых осмотров и регламентных работ автоматизированного оборудования, а также получение практических навыков в области разработки структуры ремонтного цикла оборудования.

Краткие теоретические сведения

Повреждения и износы деталей механической части оборудования, вызывающие необходимость в ремонтах, могут быть разделены на две основные группы [2, 18]:

– износ и повреждение деталей внутри сборочных единиц, не вызывающие нарушения правильности взаимодействия последних, но в ряде случаев приводящие к потере точности оборудования из-за возникновения вибраций при взаимодействии износившихся деталей;

– износ рабочих поверхностей базовых деталей сборочных единиц, приводящий к нарушениям первоначальных траекторий их взаимного перемещения и непосредственно вызывающий потерю точности или снижение производительности оборудования.

Для устранения повреждений и износов, относящихся к различным группам, требуются принципиально различающиеся по характеру ремонтные работы.

Поэтому по составу и объему работ рациональная система технического обслуживания и ремонта оборудования предусматривает следующие виды ремонтов.

Текущий ремонт (ТР) – ремонт, выполняемый для обеспечения или восстановления работоспособности изделия и состоящий в замене и (или) восстановлении отдельных частей. При выполнении ТР производится замена некоторых деталей. Работы могут сопровождаться выполнением разборочных работ, с последующей сборкой и регулировкой.

Средний ремонт (СР) – ремонт, выполняемый для восстановления исправности и частичного восстановления ресурса изделий, с заменой или восстановлением составных частей ограниченной номенклатуры и контролем технического состояния составных частей, выполняемом в объеме, установленном в нормативно-технической документации. При выполнении СР производится замена некоторых деталей (новыми или восстановленными) или сборочных единиц. Работы сопровождаются выполнением разборочных работ, с последующей сборкой и регулировкой.

Капитальный ремонт (КР) – ремонт, выполняемый для восстановления исправности полного или близкого к полному восстановлению ресурса изделия с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые. Как правило, при выполнении КР выполняется замена или восстановление всех изношенных или поврежденных деталей сборочных единиц и восстановление первоначальных траекторий перемещения узлов оборудования. Работы сопровождаются полной разборкой оборудования, с последующими сборкой и регулировкой. При капитальном ремонте во время разборки машины обязательно составляется ведомость дефектов ремонтируемого агрегата.

Все виды работ по плановому ремонту выполняются в определенной очередности и образуют циклы.

Ремонтный цикл – наименьший повторяющийся интервал времени или наработка изделия, в течение которых выполняются в определенной последовательности в соответствии с требованиями нормативно-технической или эксплуатационной документации все установленные виды ремонта. Ремонтный цикл характеризуется структурой цикла, длительностью цикла, длительностью межоперационного периода (период эксплуатации оборудования между двумя плановыми ремонтами) и заканчивается капитальным ремонтом. Структура ремонтного цикла (РЦ) – список видов ремонтов, входящих в состав структуры, расположенных в очередности их исполнения. Длительность ремонтного цикла (ТРЦ) – период эксплуатации оборудования (в часах), в течение которого выполняются все ремонты, входящие в состав цикла. Простой

оборудования, связанные с выполнением ремонтов, а также технического обслуживания, в продолжительность ремонтного цикла не входят. Например, структуру цикла, включающего в себя четыре текущих ремонта, один средний ремонт и один капитальный ремонт, записывают следующим образом:

$$\frac{КР — ТР — ТР — СР — ТР — ТР — КР}{Т_{РЦ}}$$

Примеры структур ремонтных циклов оборудования показаны в таблице 2.1. Структура РЦ металлообрабатывающих станков с ЧПУ назначается с учетом минимально возможного количества разборок их узлов. Желательно использовать девятипериодную структуру:

$$\frac{КР — ТР — ТР — ТР — СР — ТР — ТР — ТР — КР}{Т_{РЦ}}$$

Для промышленных роботов категории сложности ремонта определяются в зависимости от их конструктивных характеристик по таблицам категорий сложности ремонта оборудования с ЧПУ, а длительность межоперационных периодов по аналогии с периодами межремонтного обслуживания станков с ЧПУ. Как правило, длительность межоперационных периодов принимают равной 8–10 мес.

Для автоматических линий структуру ремонтного цикла назначают с учетом разнообразия служебного назначения и состава оборудования, входящего в них, предъявляемым к каждой единице оборудования технических и эксплуатационных требований, а также жесткого лимита времени на простой оборудования в ремонте. Срок службы автоматических линий может быть принят за длительность условного ремонтного цикла (12 лет).

Таблица 2.1 – Структуры ремонтных циклов автоматизированного оборудования

Класс точности	Масса оборудования, т	Структура ремонтного цикла	Число ТР в цикле	Число операций ТО в межремонтном обслуживании
Н	До 10	КР-ТР-ТР-СР-ТР-КР	4	5
	10–100	КР-ТР-ТР-СР-ТР-ТР-КР	5	12
	Более 100	КР-ТР-ТР-ТР-СР-ТР-ТР-КР	6	21
П, В, А, С	До 10	КР-ТР-ТР-ТР-СР-ТР-ТР-ТР-ТР-КР	8	9
	10–100			18
	Более 100	КР-ТР-ТР-ТР-ТР-СР-ТР-ТР-ТР-ТР-КР	9	30

Для грузозагрузочных устройств и транспортных систем (в зависимости от их технологического назначения и сложности конструкции) длительность ремонтного цикла составляет 3–7,5 лет, а структура обычно имеет вид:

КР–О–О–ТР–О–О–ТР–О–О–ТР–О–О–ТР–О–О–ТР–О–О–ТР–О–О–КР.

При назначении структуры ремонтных циклов необходимо учитывать следующее:

1. Каждая единица оборудования или автоматическая линия в целом обладает собственной структурой ремонтного цикла.

2. Циклы оборудования, входящего в компоновку автоматической линии, должны быть взаимосвязаны организационно.

3. Для более точного учета технического состояния станков в состав структуры ремонтного цикла должно вводиться дополнительное количество осмотров. В качестве показателя для сравнения объемов ремонтных работ, а также для их сопоставления в течение ряда лет применяется единица ремонтосложности оборудования.

Единица ремонтосложности механической части оборудования R_m – это ремонтосложность некоторой условной машины, трудоемкость капитального ремонта механической части которой, отвечающего по объему и качеству требованиям ТУ на ремонт, равна 50 ч в неизменных организационно-технических условиях среднего ремонтного цеха предприятия.

Единица ремонтосложности электрической части оборудования $R_э$ – это ремонтосложность некоторой условной машины, трудоемкость капитального ремонта электрической части которой, отвечающего по объему и качеству требованиям ТУ на ремонт, равна 12,5 ч в таких же условиях, при которых определяется R_m . Значения R_m и $R_э$ для некоторого марко оборудования приведены в [2].

Задание на практическое занятие

Оценить сложность и трудоемкость ремонтных работ для механической и электрической частей оборудования, согласно индивидуальному варианту. Индивидуальный вариант выдается преподавателем согласно таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Индивидуальные варианты заданий

№ варианта	Наименование оборудования	Модель оборудования (масса, кг)	Количество единиц оборудования	Ремонтная сложность	
				R_m	$R_э$
1	Пресс гидравлический брикетировочный усилием 250 тс	Б6234 (8600)	2	15	8
2	Пресс для холодного выдавливания усилием 400 тс	КБ0036 (36667)	1	20	17
3	Пресс однокривошипный закрытый простого действия усилием 400 тс	КА2536 (32500)	2	19	14
4	Пресс однокривошипный закрытый простого действия	КА2534 (25700)	2	16	11

№ варианта	Наименование оборудования	Модель оборудования (масса, кг)	Количество единиц оборудования	Ремонтная сложность	
				R _м	R _э
	усилием 250 тс				
5	Пресс однокривошипный закрытый простого действия усилием 315 тс	K2535A (30300)	1	17	13
6	Пресс однокривошипный закрытый простого действия (для обрезки облоя усилием) 630 тс	K9538 (52650)	1	23	15
7	Пресс однокривошипный закрытый простого действия (для обрезки облоя усилием) 250 тс	KB9534 (25800)	2	16	11
8	Ножницы сортовые открытые усилием 63 тс	НБ1428 (4500)	2	7	4
9	Ножницы кривошипные листовые для резки материала толщиной до 2,5 мм	НД3314 (3450)	1	6	3
10	Ножницы сортовые кривошипные усилием 125 тс	НБ1431 (16158)	2	9	4

Порядок выполнения задания

1. Определяется продолжительность ремонтного цикла, ч. Для предложенного вида оборудования:

$$T_{\text{рц}} = 10000 \cdot k_{\text{ро}} \cdot k_{\text{в}} \cdot k_{\text{д}}$$

Здесь $k_{\text{ро}}$ – коэффициент ремонтных особенностей (таблица 2.3);

Таблица 2.3 – Коэффициент ремонтных особенностей $k_{\text{ро}}$

Группа оборудования	Характеристика	Значение коэффициента
Прессы кривошипные простого действия усилием, кН (тс)	до 63 (6,3)	2,4
	св. 63 (6,3)	2,8
Прессы холодноштамповочные кривошипно-коленные	–	2,4
Прессы горячештамповочные кривошипные усилием, кН (тс)	до 16000 (1600)	2,8
	св. 16000 (1600)	3,1
Ножницы листовые с наклонным ножом с наибольшей толщиной реза, мм	до 6,3	3
	св. 6,3	2,8
Прочие ножницы	–	3
Прессы гидравлические, ковочные для горячей штамповки, пакетирования стальных отходов, брикетирования стружки	–	2,8

$k_в$ – коэффициент возраста, принимаем = 1,0, так как оборудование является новым и находится в пределах первого ремонтного цикла; $k_д$ – коэффициент долговечности принимается равным 1,2, так как оборудование приобретено после 1986 г.

2. Выбирается структура ремонтного цикла с указанием количества ремонтов в цикле и плановых осмотров в межремонтном периоде (таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Структура ремонтного цикла

Группа оборудования	Структура ремонтного цикла	Число ремонтов в цикле		Число плановых осмотров в межремонтном периоде
		средних	текущих	
Прессы механические	КР–ТР–ТР–СР–ТР–ТР–СР–ТР–КР	2	6	2
Ножницы с механическим приводом	КР–ТР–ТР–СР–ТР –ТР–КР	1	4	2
Прессовое оборудование с гидравлическим приводом	КР–ТР–ТР–ТР–СР–ТР–ТР–ТР–КР	1	6	2

3. Определяется длительность межремонтного периода, ч:

$$t_{\text{мрп}} = \frac{T_{\text{рц}}}{n_{\text{т}} + n_{\text{с}} + 1}$$

Здесь $n_{\text{т}}$ и $n_{\text{с}}$ – количество соответственно текущих и средних ремонтов в ремонтном цикле (таблица 2.4).

4. Определяется длительность межосмотрового периода, ч:

$$t_{\text{моп}} = \frac{T_{\text{рц}}}{n_{\text{о}} + n_{\text{т}} + n_{\text{с}} + 1}$$

Здесь $n_{\text{о}}$ – количество осмотров в ремонтном цикле.

5. Из таблицы 2.5 выписываются все нормативы времени на проведение различных видов ремонтов отдельно для механической и электрической части оборудования, а также итоговые значения этих нормативов.

6. Определяется трудоемкость ремонтных работ за ремонтный цикл механической части оборудования, ч:

$$T_{\text{р.м}}^{\text{ч}} = 1,05 \cdot \sum R_{\text{м}} (n_{\text{т}} \cdot \tau_{\text{тм}} + n_{\text{с}} \cdot \tau_{\text{см}} + \tau_{\text{км}})$$

Здесь 1,05 – коэффициент, учитывающий резерв трудоемкости на непредвиденные ремонты; $\sum R_{\text{м}}$ – суммарная ремонтосложность механической части оборудования; $\tau_{\text{тм}}$, $\tau_{\text{см}}$, $\tau_{\text{км}}$ – нормы трудоемкости (ч/ $R_{\text{м}}$) текущего,

среднего и капитального ремонта на единицу ремонтосложности механической части (таблица 2.5).

Таблица 2.5 – Трудоемкость ремонта и полного планового осмотра оборудования

Вид работ	Вид ремонта			Плановый осмотр	
	капитальный	средний	текущий	перед внутрицикловым ремонтом	перед капитальным ремонтом
	Норма времени, ч на 1 рем. ед.				
Механическая часть					
Станочные	14,0	3,0	2,0	0,1	0,1
Слесарные и прочие	36,0	6,0	4,0	0,75	1,0
ИТОГО	50,0	9,0	6,0	0,85	1,1
Электрическая часть					
Станочные	2,5	–	0,3	–	–
Электро- слесарные и прочие	10,0	–	1,2	0,2	0,25
ИТОГО	12,5	–	1,5	0,2	0,25

7. Определяется трудоемкость ремонтных работ за ремонтный цикл электрической части оборудования, ч:

$$T_{р.э.}^ч = 1,05 \cdot \sum R_{э} (n_{т} \cdot \tau_{тэ} + n_{с} \cdot \tau_{сэ} + \tau_{кэ})$$

Здесь $\sum R_{э}$ – суммарная ремонтосложность электрической части оборудования; $\tau_{тэ}$, $\tau_{сэ}$, $\tau_{кэ}$ – нормы трудоемкости (ч/ R_M) текущего, среднего и капитального ремонта на единицу ремонтосложности электрической части (таблица 2.5).

8. Целесообразно полученные величины трудоемкости привести к одному году, используя выражения:

$$T_{р.м}^г = \frac{T_{р.м}^ч}{k_{ц}}$$

$$T_{р.э}^г = \frac{T_{р.э}^ч}{k_{ц}}$$

Здесь $k_{ц}$ – коэффициент цикличности, равный:

$$k_{ц} = \frac{T_{рц}}{\Phi_{доб}}$$

$\Phi_{доб}$ – продолжительность цикла, выраженная числом лет.

9. Проанализировать полученную трудоемкость.

10. Сформулировать выводы по работе.

Пример решения

Оценить сложность и трудоемкость ремонтных работ для механической и электрической частей ножниц кривошипных листовых для резки материала толщиной до 6,3 мм. Масса оборудования 4520 кг. Количество оборудования: 1. Ремонтная сложность $R_M = 8$, $R_{Э} = 4$. $R_M = 8$. Коэффициент ремонтных особенностей $k_{po} = 3$. Структура ремонтного цикла: КР–ТР–ТР–СР–ТР –ТР–КР. Число плановых осмотров в межремонтном периоде 2.

1. Определяется продолжительность ремонтного цикла, ч.:

$$T_{pc} = 10000 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 1,2 = 36000 \text{ ч.}$$

2. Определяется длительность межремонтного периода, ч.:

$$t_{mрп} = 36000 / (1+4+1) = 6000 \text{ ч.}$$

3. Определяется трудоемкость ремонтных работ за ремонтный цикл механической части оборудования, ч:

$$T_{p.m. (ц)} = 1,05 \cdot (8 \cdot (4 \cdot 6 + 1 \cdot 9 + 50)) = 697,2 \text{ ч.}$$

3. Определяется трудоемкость ремонтных работ за ремонтный цикл электрической части оборудования, ч:

$$T_{p.э. (ц)} = 1,05 \cdot (4 \cdot (4 \cdot 1,5 + 0 + 12,5)) = 77,7 \text{ ч.}$$

Вывод: для рассматриваемого вида оборудования трудоемкость ремонтных работ механической части превышает трудоемкость работ электрической части в 8,97 раза в рамках одного ремонтного цикла.

Вопросы для контроля:

1. Основные группы, на которые могут быть разделены повреждения и износы деталей механической части оборудования, вызывающие необходимость в ремонтах.
2. Показатели, характеризующие ремонтный цикл.
3. Длительность ремонтного цикла. Принципы расчета.
4. Текущий ремонт.
5. Капитальный ремонт.
6. Средний ремонт.
7. Факторы, определяющие длительность ремонтного цикла.
8. Раскройте понятие «Ремонтный цикл».

Практическая работа 3. Обеспечение планово-предупредительных ремонтов оборудования пищевых и перерабатывающих производств

Цель работы: приобретение практических навыков в области формирования подсистем обслуживания и ремонта и составления графиков планово-предупредительных ремонтов и расчёта трудоёмкости.

Краткие теоретические сведения

Планово-предупредительные ремонты (ППР) имеют профилактическую направленность и выполняются по специально разработанной системе, которую называют системой ППР [8, 11].

Цель планово-предупредительных ремонтов: предупреждение внеплановых ремонтов; поддержание оборудования в исправном состоянии в период между очередными ремонтами; выполнение ремонтных работ по плану, согласованному с деятельностью предприятия; повышение качества ремонта.

Система ППР в целом представляет собой комплекс организационных и технических мероприятий по надзору за эксплуатацией и ремонту оборудования. Наиболее важными мероприятиями этого комплекса являются: организация и осуществление надзора за эксплуатацией оборудования; определение содержания и объема работ по техническому обслуживанию и различным видам ремонта; разработка методов проведения ремонтов; организация и способы исполнения всех видов работ по обслуживанию и ремонту; организация ремонтных баз; подготовка ремонтной документации.

Системы ППР для оборудования различных отраслей народного хозяйства разрабатываются научно-исследовательскими институтами и конструкторскими бюро с учетом результатов промышленных испытаний оборудования, обобщения опыта его эксплуатации и рекомендаций заводов изготовителей.

Система ППР предусматривает межремонтное техническое обслуживание и плановые ремонты. Межремонтное обслуживание заключается в повседневном (посменном) наблюдении за состоянием оборудования, выполнением правил его эксплуатации, указанных в руководствах заводов-изготовителей (РЭ) или ведомственных инструкциях, и периодических технических осмотрах. В процессе осмотров выполняют мелкие работы, обеспечивающие работоспособность оборудования в периоды между плановыми ремонтами. Выполняют эти работы по окончании смен или во время производственных перерывов. Согласно Положению о ППР торгово-технологического оборудования межремонтное обслуживание предусматривается только в виде периодических технических осмотров (ТО); ответственность за повседневное соблюдение правил эксплуатации возлагается на производственный персонал предприятий торговли и общественного питания.

При ТО персонал определяет визуально и путем опробования в работе общее состояние оборудования, его комплектность, исправность сборочных единиц, соответствие оборудования требованиям охраны труда.

Содержание работ по ТО примерно следующее:

- для оборудования в целом: проверка производительности, качества выполняемых операций (качества работы), общей и удельной потребляемой мощности; для машин и механизмов: чистка и смазка деталей и узлов трения; регулировка натяжения ремней, цепей, лент конвейеров; проверка и устранение дефектов или замена быстроизнашивающихся рабочих органов, крепежных и других мелких деталей, не требующих разборки основных узлов; проверка состояния ограждений опасных зон;

- для аппаратов и трубопроводов: устранение неплотностей в соединениях трубопроводов и арматуры; промывка резервуаров, чистка нагревательных и жарочных поверхностей, а также сифонов и отстойников; проверка приборов контроля за технологическим процессом и устройств, обеспечивающих безопасность работы;

- для электрооборудования и автоматики: проверка исправности и чистка электродвигателей (наружная), электропусковых и защитных устройств; крепление и чистка коммутационных шин, проводов, контактных групп; настройка приборов автоматики и защиты; проверка исправности заземления.

Технические осмотры выполняют лица, имеющие удостоверение на право производства работ.

При осуществлении ТО определяют объем работ, подлежащих выполнению при плановых ремонтах. Выполненные работы и результаты проверок заносят в формуляры.

Плановые ремонты бывают трех видов: текущие (ТР), средние (СР) и капитальные (К). Для каждого наименования оборудования устанавливается конкретное содержание ремонтных работ, которое оговаривается в Положении о планово-предупредительном ремонте и ремонтной документации заводов-изготовителей. Основанием для определения объемов работ служат расчетные и другие данные о ресурсах безотказной работы.

Объемы работ для каждого вида ремонта должны обеспечивать безотказную работу оборудования до очередного планового ремонта при условии его правильной эксплуатации и своевременного выполнения технических осмотров. Положение о единой системе планово-предупредительного ремонта торгово-технологического оборудования не предусматривает средних ремонтов; последние допускаются только при соответствующем обосновании. Текущие ремонты предусмотрены на объектах эксплуатации, капитальные – в специализированных цехах ремонтных предприятий.

Текущий ремонт заключается в замене быстроизнашивающихся деталей или восстановлении их работоспособности, а также устранении дефектов сборочных единиц главным образом путем их регулировки. Текущий ремонт включает работы, предусмотренные техническими осмотрами, и дополнительно:

- для машин и механизмов: замену смазки подшипников качения, приводных цепей, полостей редукторов и коробок передач с необходимой разборкой и промывкой узлов; замену приводных ремней, цепей, манжетных и

сальниковых уплотнителей; заточку или правку деформированных рабочих органов машин; замену ножей, решеток и шнеков мясорубок, терочных дисков и сегментов картофелечисток; замену клапанов и сальников компрессоров; пальцев и вкладышей муфт сцепления; восстановление или замену ограждений опасных зон;

– для аппаратов и трубопроводов: выборочную замену тэнов, конфорок, колосниковых решеток; восстановление керамических экранов; ремонт ограждений и облицовок; очистку от накипи и нагара нагревательных устройств; восстановление или замену арматуры и приборов контроля режима безопасной работы; замену деталей или мелких частей аппаратов и трубопроводов;

для электрооборудования и приборов автоматики: восстановление поврежденной электроизоляции; замену электродов, клеммников, контактных групп и катушек пусковой и регулирующей аппаратуры; замену выключателей, пакетных переключателей и приборов автоматического управления; замер сопротивлений электроизоляции оборудования и контура заземления.

Средний ремонт заключается в восстановлении рабочих характеристик оборудования путем ремонта или замены изношенных деталей и сборочных единиц, техническое состояние которых не обеспечивает работоспособности изделия до очередного планового ремонта.

Согласно Положению о ППР торгово-технологического оборудования при выполнении среднего ремонта отдельные части оборудования могут подвергаться капитальному ремонту. Последний заключается в полном восстановлении всех основных и вспомогательных частей, включая базовые, или их замене. К качеству восстановленных частей предъявляются те же технические требования, что и к новым.

Капитальный ремонт включает работы, предусмотренные текущим и средним ремонтами, и дополнительно:

для машин и механизмов: проверку всех сборочных единиц с полной их разборкой, восстановлением или заменой базовых деталей, зубчатых колес, червячных пар и других элементов передач движения; восстановление или замену гильз цилиндров, коленчатых валов и подшипников компрессоров, рабочих колес центробежных насосов и вентиляторов;

для аппаратов и трубопроводов: замену нагревателей, теплообменных труб (свыше 25 %), запорной и предохранительной арматуры, гарнитуры; наложение заплат на корпуса или замену частей корпусов; замену керамических экранов, обмуровок, тепловой изоляции;

для электрооборудования и приборов автоматики: восстановление или замену электродвигателей, пусковой и защитной аппаратуры, приборов автоматики; проверку сопротивления и электрической прочности электроизоляции.

Аппараты, работающие под давлением, после среднего и капитального ремонтов подвергаются испытаниям согласно требованиям Ростехнадзора.

Ремонтный цикл, его структура, оценка сложности и трудоемкости ремонта

Для каждого вида оборудования система ППР определяет порядок чередования ремонтов и продолжительность работы в период между ними. Для этого приняты следующие определения:

Ремонтный цикл – циклично повторяющийся период, в течение которого находящееся в эксплуатации изделие подвергается техническому обслуживанию и различным ремонтам, количество и последовательность выполнения которых устанавливаются нормативной документацией.

Структура ремонтного цикла – порядок чередования работ технического обслуживания и различных видов ремонта в период ремонтного цикла.

Длительность ремонтного цикла $T_{\text{ц}}$ – это время работы оборудования от момента ввода в эксплуатации до первого капитального ремонта, или между капитальными ремонтами.

Длительность середины цикла $T_{\text{с}}$ – это время работы оборудования от момента ввода в эксплуатации до середины срока службы до первого капитального ремонта, или от середины ремонтного цикла до капитального ремонта.

Межремонтный период $T_{\text{п}}$ – время работы в календарных днях (или часах) между двумя плановыми ремонтами.

Межосмотровой период $T_{\text{о}}$ – время работы в календарных днях (или часах) между смежными осмотрами или осмотром и очередным плановым ремонтом.

Для оценки трудоемкости и сложности ремонтных работ используют понятия «условная единица трудоемкости» и «категория сложности». Условная единица трудоемкости ремонта торгово-технологического оборудования равна средней (удельной) трудоемкости технического осмотра совокупного количества изделий данного вида оборудования, при этом все торгово-технологическое оборудование подразделено на три вида: механическое, тепловое и холодильное. Условная трудоемкость текущего ремонта оборудования, рассчитанная по совокупному количеству изделий, составляет: механического – 1,5, теплового – 1,8, холодильного – 1,5, капитального ремонта – соответственно 10, 15,6 и 10. Единица трудоемкости является нормативной величиной для расчета количества рабочей силы ремонтного предприятия. Категорией сложности ремонта называют частное от деления показателя трудоемкости ремонта оборудования данного наименования на единицу условной трудоемкости ремонта оборудования данного вида. Трудоемкость ремонта оборудования первой категории сложности равна единице условной трудоемкости. Категории сложности ремонтируемого оборудования определяются его конструктивными и технологическими особенностями и учитываются при разработке вопросов технического оснащения ремонтных баз. В графическом виде пример структуры ремонтного цикла представлен на рисунке 3.1. Межосмотровой период для приведенного

оборудования – 1 месяц.

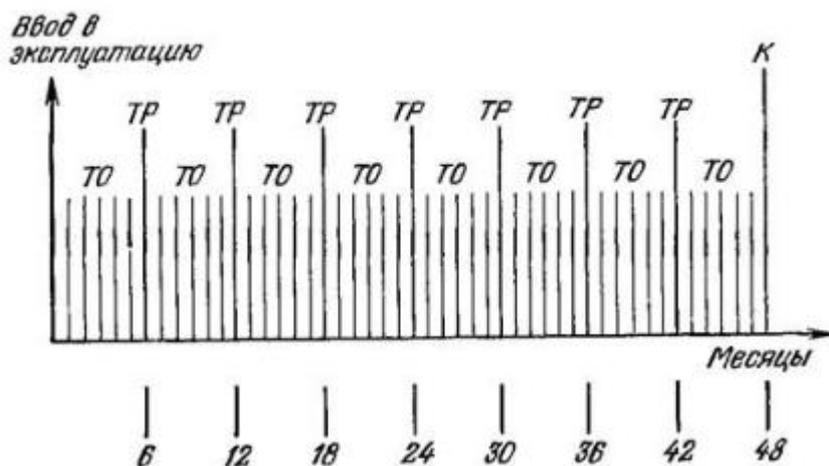


Рисунок 3.1 – График ППР мясорубки МИМ-500

Задание на практическое занятие

Составить график ППР оборудования согласно индивидуальному варианту, заданному преподавателем.

Таблица 3.1 – Варианты индивидуальных заданий

№ варианта	Наименование оборудования	Виды ТО и ремонта	Периодичность, мес	Количество ТО, ТР и КР в ремонтном цикле (до списания)	Структура ремонтного цикла	Период амортизации, лет
1	Электрические котлы	ТО	1	100	5ТО-ТР-	10
		ТР	6	18	...5ТО-ТР-	
		КР	60	1	...5ТО-ТР-КР	
2	Электрические плиты, шкафы, сковороды, мармиты	ТО	1	100	5ТО-ТР-	10
		ТР	6	20	...5ТО-ТР	
3	Электрические кипятильники	ТО	1	50	5ТО-ТР-	5
		ТР	6	8	...5ТО-ТР-	
		КР	30	1	...5ТО-ТР-КР	
4	Электрические пароварочные аппараты	ТО	1	100	5ТО-ТР-	10
		ТР	6	17	...5ТО-ТР-	
		КР	36	2	...5ТО-ТР-КР	
5	Картофелечистки, мясорубки, овощерезки	ТО	1	80	5ТО-ТР-	8

№ варианта	Наименование оборудования	Виды ТО и ремонта	Периодичность, мес	Количество ТО, ТР и КР в ремонтном цикле (до списания)	Структура ремонтного цикла	Период амортизации, лет
		ТР	6	14	...5ТО-ТР-	
		КР	48	1	...5ТО-ТР-КР	
6	Посудомоечные машины	ТО	1	64	2ТО-ТР-	8
		ТР	3	30	...2ТО-ТР-КР	
		КР	48	1	КР	
7	Машины для нарезки хлеба, машины для измельчения кофе	ТО	1	80	5ТО-ТР-	8
		ТР	6	14	...5ТО-ТР-	
		КР	48	1	...5ТО-ТР-КР	
8	Протирочные, взбивальные машины, универсальные приводы, формовочные и раскаточные машины	ТО	1	80	5ТО-ТР-	8
		ТР	6	14	...5ТО-ТР-	
		КР	48	1	...5ТО-ТР-КР	
9	Грили, жаровни	ТО	1	100	5ТО-ТР-	10
		ТР	6	18	...5ТО-ТР-	
		КР	60	1	...5ТО-ТР-КР	
10	Автоклавы	ТО	1	100	5ТО-ТР-	10
		ТР	6	18	...5ТО-ТР-	
		КР	60	1	...5ТО-ТР-КР	

Порядок выполнения задания

На основе годового графика планово-предупредительного ремонта определяется потребность в ремонтном персонале, в материалах, запасных частях, комплектующих изделиях. В него включается каждая единица, подлежащая капитальному и текущему ремонту. Для составления годового графика планово-предупредительного ремонта (графика ППР) понадобятся нормативы периодичности ремонта оборудования (см. паспортные данные завода-изготовителя, если завод это специально регламентирует, либо использовать справочник «Система технического обслуживания и ремонта».

В графе 1 графика ППР (рисунок 3.2) указывается наименование оборудования, как правило, краткая и понятная информация об оборудовании (таблица 3.1). В графе 2 – количество оборудования. В графе 3–5 – указываются

нормативы ресурса между капитальными, текущими ремонтами и осмотрами. В графах 6-8 – трудоемкость одного ремонта (см. теоретическую часть или паспорт оборудования) на основании ведомости дефектов. В графах 9–11 – указываются даты последних капитальных и текущих ремонтов и осмотров (первый осмотр условно принимаем январь месяц текущего года). В графах 12–23, каждая из которых соответствует одному месяцу, условным обозначением указывают вид планируемого ремонта: К – капитальный, Т – текущий, С – средний (при наличии), О – осмотр. В графах 24 и 25 соответственно записываются годовой простой оборудования в ремонте и годовой фонд рабочего времени. Расчет годовой трудоемкости ремонта оборудования проводится после составления графика ППР по формуле:

$$T = a \cdot R \cdot n,$$

где a – условная ремонтная единица, н·ч (таблица 3.2); R – категория ремонтной сложности; n – количество одинаковых ремонтов (осмотров) в таблице графика ППР.

Условная ремонтная единица – это условная машина, на капитальный ремонт которой необходимо потратить 35 нормо-ч. Категория ремонтной сложности показывает, во сколько раз трудоемкость ремонта данной машины превышает условную ремонтную единицу.

Таблица 3.2 – Значение условной ремонтной единицы

Виды ремонтных работ	Ремонтные операции			
	слесарные	станочные	другие	всего
Осмотр	0,72	–	0,28	1,0
Текущий ремонт	5,0	1,4	0,6	7,0
Средний ремонт	15,2	4,2	1,6	21,0
Капитальный ремонт	25,4	7,0	2,6	35,0
Удельный вес ремонтных операций к суммарной трудоемкости, %	72	20	8	100

Вопросы для контроля

1. Ремонтные нормативы для составления графика ППР.
2. Структура ремонтного цикла.
3. Нахождение структуры ремонтного цикла.
4. Влияние сменяемости работы оборудования на структуру графика ППР.
5. Как находят первый плановый ремонт на планируемый год?
6. Ремонтные нормативы, необходимые для расчёта трудоёмкости ремонта.
7. Определение условной ремонтной единицы.
8. Отличие структуры графика ППР от структуры ремонтного цикла.

СОГЛАСОВАНО
Главный механик

«__» _____ г.

УТВЕРЖДЕНО
Главный инженер

«__» _____ г.

ГОДОВОЙ ПЛАН-ГРАФИК
планово-предупредительного ремонта оборудования на _____ г.

(наименование предприятия)

Наименование оборудования	Количество оборудования	Нормативы ресурса между капитальными ремонтами и текущими.			Трудоёмкость одного ремонта, чел.-ч.			Месяц и число последнего ремонта			Условное обозначение ремонта (числитель) и время простоя в ремонте, ч (знаменатель)												Годовой простой оборудования в ремонте	Годовой фонд рабочего времени
		О	Т	К	О	Т	К	О	Т	К	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь		
											12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

Главный механик _____
(подпись)

Рисунок 3.2 – Форма годового план-графика ППР

Пример решения

ГОДОВОЙ ПЛАН-ГРАФИК №1

планово-предупредительного ремонта оборудования на 2023-2024 годы

ООО «Альфа»

Наименование оборудования	Количество оборудования	Нормативы ресурса между капитальными ремонтами и			Трудоемкость одного ремонта, чел. ч			Месяц и число последнего ремонта			Условное обозначение ремонта (числитель) месяц и время простоя в ремонте, ч (знаменатель)												Годовой простой оборудования в ремонте	Годовой простой времени			
		О	Т	К	О	Т	К	О	Т	К	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Ноя.	Дек.					
		ПС-35 «Электро-прибор»	1					2																			

Практическая работа 4. Оценка технических параметров оборудования пищевой и перерабатывающей промышленности установленным требованиям. Определение остаточного ресурса

Цель работы: приобрести умения производить оценку соответствия технических параметров технического обслуживания и ремонта технологического оборудования и процессов в организации пищевой и перерабатывающей промышленности требованиям проектной документации.

Краткие теоретические сведения

Жизненный цикл машины включает в себя стадии разработки, изготовления, продажи, эксплуатации и утилизации. Под эксплуатацией машины понимают стадию ее жизненного цикла, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается ее качество [15].

Различают производственную и техническую эксплуатацию. Производственная эксплуатация включает в себя использование машины (оборудования) по назначению для получения продукции. Техническая эксплуатация машин как область практической деятельности – это комплекс технических, экономических, организационных и других мероприятий, обеспечивающих поддержание машин в работоспособном, исправном состоянии, предупреждение их простоев из-за технических неисправностей. Техническая эксплуатация машин как наука определяет пути и методы наиболее эффективного управления техническим состоянием машин с целью обеспечения их высокопроизводительной и надежной работы при наименьших материальных и трудовых затратах. Техническая эксплуатация включает в себя обкатку, ТО, диагностирование, ремонт, хранение, технические осмотры и обеспечение машин эксплуатационными материалами. Для осуществления технической эксплуатации необходимо иметь производственную базу, включающую здания, сооружения, технические устройства, в том числе станки, приборы, инструмент, а также запасные части и эксплуатационные материалы. Как правило, за восстановление оборудования, проведение планово-предупредительных работ, хранение и т. д. на предприятиях существуют специальные ремонтные службы (службы главного механика, главного энергетика, хозяйственный двор, машинный двор и др.). Все виды работ по приему, хранению, ремонту или передаче записываются в специальные журналы. Технологическая схема проведения работ в специальных ремонтных службах представлена на рисунке 4.1.

Методы диагностирования подразделяют на две группы: органолептические (субъективные) и инструментальные (объективные). Инструментальные методы по характеру измерения параметров подразделяются на прямые (непосредственное измерение) и косвенные (по диагностическим параметрам) методы.

Органолептические методы. Органолептическими являются проверки на слух и осмотром, осязанием и обонянием. На слух выявляют места и характер ненормальных стуков, шумов, перебоев в работе оборудования, места

увеличения зазоров между деталями, неисправностей механических передач (по скрежету, шуму и люфту), не плотности (по шуму прорывающегося воздуха) и т. п. Осмотром устанавливают места подтекания масла, воды, и других технологических жидкостей, изменение цвета краски поверхностей оборудования, цвет отработавших газов, дымление, биение вращающихся частей, натяжение цепных передач, увеличение количества необработанного сырья, ухудшение качества реза и др. Осязанием устанавливают места и степень ненормального нагрева, биения, вибрации деталей, вязкость, липкость жидкости и т. п. Обонянием определяют по характерному запаху отказ муфт сцепления и поворота, утечки газа, фреона и других, имеющих специфический запах, сред, короткое замыкание электропроводки и др. Как показывает практика, опытные механики до 70 % неисправностей и отказов оборудования оперативно определяют с помощью органолептических методов и простейших тестов.

Инструментальные методы. Измерения параметров технического состояния данными методами производят с использованием диагностических средств. По физическому принципу или процессу инструментальные методы диагностирования делятся на энергетические, пневмогидравлические, тепловые, виброакустические, спектрографические, оптические и др. Каждый метод предназначен для измерения показателя определенного физического процесса. Классификация по использованному физическому процессу позволяет наиболее полно выявить возможности, техническую характеристику соответствующего метода диагностирования. Процесс характеризуется изменением физической величины во времени. Например, в основе энергетического процесса лежат такие физические величины как сила и мощность; пневмогидравлического – давление; теплового – температура; виброакустического – амплитуда колебаний на определенных частотах и т. д.

По характеру измерения параметров инструментальные методы диагностирования машин подразделяются на прямые и косвенные.

Прямые методы основаны на измерении структурных параметров технического состояния непосредственно прямым измерением: зазоров в подшипниках, прогиба ременных и цепных передач, размеров деталей и т. д. Косвенные методы основаны на определении параметров технического состояния агрегатов машин по диагностическим (косвенным) параметрам. Косвенные методы основываются на измерении значений непосредственно физических величин, характеризующих техническое состояние механизмов, систем и агрегатов машин: давления, перепада давлений, температуры, перепада температур в рабочем теле системы, расхода газа, электроэнергии, масла, параметров вибрации составных частей машин, ускорения при разгоне деталей и др.

Для проведения диагностики составляют технологические карты для каждого обслуживаемого оборудования.

Технологические карты содержат перечень работ, методы их выполнения (режимы работы двигателя, других агрегатов машины и рекомендуемые диагностические средства, порядок их подключения к машине

и управления ими в работе), технические требования к состоянию проверяемых механизмов и систем. В картах приводят указания о последовательности работ в случае выхода какого-либо обобщенного параметра за допустимое значение; о числе исполнителей, их квалификации, распределении обязанностей между ними и трудоемкости работ.

Целесообразно использовать маршрутные диагностические карты, схематично показывающие все виды, последовательность и особенности работ, требования к их проведению. Такие карты выполняют в виде плакатов или планшетов, покрытых прозрачной защитной пленкой.

Диагностическая карта – документ, содержащий основные результаты диагностирования, отражающие кроме технического состояния машины, рекомендации по необходимым операциям ТО, сложным регулировкам или ремонту агрегатов.

Вводная часть карты содержит основные данные о машине, характере имевшихся ранее неисправностей и работах, выполненных в сервисном центре (ремонтных цехах) по их устранению. В основной части карты записывают результаты оценки качественных признаков состояния и измеренные значения ресурсных и функциональных параметров. В заключительной части указывают машины и потребность в ремонтно-обслуживающих работах.

Разработка маршрутной технологии включает в себя следующие этапы: изучение структуры проверяемой системы, расчленение ее на составные части; установление структурных параметров, ограничивающих работоспособность системы и ее составных частей; выбор и обоснование диагностических параметров, выявление среди них обобщенных и частных; обоснование последовательности диагностирования изделия по обобщенным параметрам и составление схемы маршрутной технологии; разработка комплексной маршрутной технологии.

В результате изучения структуры проверяемой системы выявляют всю совокупность составляющих его функционально независимых (самостоятельных) элементов. Глубину расчленения изделия определяют целями диагностирования и мерой автономности каждой из его частей.



Рисунок 4.1 – Технологическая схема проведения работ в специальных ремонтных службах

Задание на практическое занятие

1. Определить остаточный ресурс работы узла до его замены (ремонта, очистки) двумя методами (средний остаточный ресурс и с использованием номограммы), если при диагностировании после наработки от начала эксплуатации t_k , ч измеряемый параметр оказался равным $P(t)$. Индивидуальный вариант выдается преподавателем в соответствии с таблицей 4.1. Значение α принять приблизительно по таблице 4.2.

Таблица 4.1 – Варианты данных для расчета

Вариант	Наименование узла оборудования	Измеряемый параметр $P(t)$	Предельно допустимое значение $P_{\text{п}}$	Номинальное значение $P_{\text{н}}$	Время наработки t_k
1	Тэн пароконвектомата	Температура 420 °С	380 °С	450 °С	2600 ч
2	Зубчатая пара	Зазор 2 мм	2,5 мм	1,8 мм	600 ч
3	Магистраль рамного фильтр-пресса	Давление 1,5 атм.	1,8 атм.	1 атм.	4 ч
4	Компрессор АП-3М (при нормальном состоянии соед. элементов)	Время выхода на рабочее давление 29 с	30 с.	25 с.	1200 ч
5	Блок подшипников приводного вала	Шум 34 ДБА	39 ДБА	32 ДБА	900 ч
6	Блок подшипников приводного вала	Температура 48 °С	54 °С	42 °С	900 ч
7	Блок ножей мясорубки	Угол заточки 14°	15°	12°	120 ч
8	Тэн гриля	Температура 580 °С	520 °С	620 °С	2600 ч
9	Стенка трубчатого теплообменника	Толщина металла после удаления накипи 2,5 мм	2 мм.	4 мм.	3000 ч
10	Втулочно-роликовая цепь	Суммарный зазор между осью и звеньями 2 мм	2,5 мм.	1 мм.	600 ч

Таблица 4.2 – Показатель степени функции изменения отдельных контролируемых параметров

Наименование контролируемого параметра	α
Мощность двигателя	0,8
Расход топлива	0,9
Неравномерность подачи технологических сред, износ шлицевых соединений, износ дисков муфт, накладок тормозов и тормозных барабанов, удлинение шага цепи	1,0
Износ посадочных гнезд подшипников корпусных деталей	1,0...1,5
Угар масла	1,8
Износ механических пар (плунжерных пар, шатунных и коренных подшипников, валиков, пальцев и осей, кулачков, клапанов)	1,1
Износ соединения гильза-поршень	1,3
Зазоры в кривошипно-шатунном механизме	1,1...1,6
Износ зубьев зубчатых колес по толщине	1,5
Радиальный зазор в подшипниках качения и скольжения	1,5
Утопание клапанов и других ответственных деталей	1,6

2. Заполнить диагностическую карту оборудования.

3. Принять решение о дальнейших действиях для оборудования.

4. Составить перечень документов для передачи оборудования в ремонтную службу.

Порядок выполнения задания

Как показали результаты многочисленных исследований, прогнозирование остаточного ресурса элементов машин позволяет увеличить их безотказность в эксплуатации в 1,5 раза и более путем предупреждения их отказов и неисправностей.

При известной наработке t_k (от начала эксплуатации соединения до момента контроля) и одном измеренном значении параметра к моменту контроля остаточный ресурс определяют по формуле:

$$t_{ост} = t_k \cdot [(U_p / u(t))^{1/\alpha} - 1]$$

где U_p – предельное отклонение параметра; $u(t)$ – измеренное отклонение параметра; α – показатель степени функции изменения параметра.

Измеренное отклонение конкретного параметра:

$$u_i(t) = v_i \cdot t_{ik}^\alpha;$$

$$v_i = u_i(t) / t_{ki}^\alpha;$$

где v_i – показатель скорости изменения параметра, ед. параметра/ ед. наработки в степени α (примерные значения α приведены в таблице 4.2).

С целью упрощения расчетов принимают, что изменение параметра является гладкой степенной функцией.

УТВЕРЖДАЮ

(должность, подпись, Ф.И.О.)

«__» _____ 20__ г.

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ КАРТА ОБОРУДОВАНИЯ

I. Общие сведения

Предприятие _____ Дата _____

Наименование оборудования _____

Инвентарный номер (номерной знак или др.) _____

Год первого поступления оборудования _____

Вид последнего ремонта _____

Наработка от начала эксплуатации или от последнего ремонта, часы _____

II. Заявка оператора о неисправностях

III. Результаты внешнего осмотра и оценки качественных признаков состояния

IV. Результаты измерения параметров состояния и выявленных неисправностей

№ п/п	Объект диагностирования и параметр состояния	Ед. измерения	Значение	Состояние объекта и необходимые операции: Р, О, З	Отметка о выполнении операции	Допускаемое значение параметра

V. Остаточный ресурс, часы

Двигателя		Пневматики (при наличии)	
Редукторов		Гидравлики (при наличии)	
Гормозов (при наличии)		Рабочих органов	

VI. Заключение о виде, объеме и сроке ремонтно-обслуживающих работ

Мастер-диагност _____
(подпись)

Примечание. Р — регулирование; О — очистка; З — замена.

Отклонение параметра с увеличением наработки может увеличиваться.

Таким образом, применение методов и средств диагностирования обеспечивает:

- предупреждение технических отказов оборудования по результатам безразборного определения их технического состояния;
- уменьшение времени простоя в процессе ТО и ремонта оборудования;
- сокращение трудоемкости на ТО и ремонт оборудования;
- уменьшение затрат на ТО и ремонт на 25...30 %;
- снижение расхода энергоносителя на 4...8 % (при наличии);
- создание условий целенаправленного управления техническим состоянием оборудования;
- увеличение фактически используемого ресурса элементов оборудования.

Средства диагностирования подразделяются на внешние и встроенные. Внешние средства при диагностировании требуют подключения к объекту контроля, что увеличивает время проверки и ухудшает возможности улучшения контроля пригодности оборудования. Встроенные электронные средства диагностирования применяют в сложном оборудовании. Некоторое оборудование (пароконвектоматы, сушильные шкафы, комбайны и др.) оснащают компьютерными системами с цифровыми и аналоговыми мониторами для контроля технологических параметров и параметров условий комфортности работы операторов. Диагностирование обеспечивает управление техническим состоянием оборудования. В качестве управляющих показателей в первую очередь принимают допускаемые значения параметров. Наряду с допускаемыми значениями параметров используют метод прогнозирования остаточного ресурса по измеряемым параметрам. С помощью этого метода представляется возможным индивидуально прогнозировать динамику параметра, что позволяет в 1,5...2 раза и более уменьшить число отказов или увеличить фактически использованный ресурс диагностируемых элементов машин. При невозможности прямого измерения параметра рекомендуется использовать метод многофакторного анализа.

Для пользования универсальной номограммой устанавливают исходные данные согласно таблице 4.3 и определяют остаточный ресурс по номограмме (рисунок 4.2).

Таблица 4.3 – Наименование и обозначение исходных данных

Исходные данные	Обозначение	Источник получения данных
Значение параметра состояния в момент контроля	$P(t)$	Показание диагностического прибора
Наработка машины от начала эксплуатации, когда параметр имел номинальное значение (ч, кг, усл. ед.)	t_k	Показание счетчика или информация из технической документации
Наработка машины от предыдущего контроля параметра (ч, кг, усл. ед.)	t_{ij}	
Показатель степени функции изменения параметра	α	Результаты сбора и обработки статистических

Исходные данные	Обозначение	Источник получения данных
		данных
Номинальное значение параметра	P_n	Технологическая документация
Предельное значение параметра	P_{Π}	
Значение параметра состояния при предыдущем контроле	$u(t)$	Диагностическая карта, составленная при предыдущем контроле

В верхней части номограммы вертикальную шкалу слева используют для определения предельного отклонения параметра $P_{\Pi} - P_n = U_p$. Правая вертикальная шкала отражает остаточный ресурс, имеет три шкалы, характеризующие величины t_{ocm} , $0,8 \cdot t_{ocm}$ и $0,7 \cdot t_{ocm}$. Последнюю шкалу рекомендуется применять для особо ответственных узлов и агрегатов, ремонт которых после отказа сопряжен с большими простоями. Для менее ответственных узлов и агрегатов используют шкалу $0,8 \cdot t_{ocm}$, для остальных примечают шкалу t_{ocm} . В нижней части номограммы шкалу t_{ocm}/t_k применяют при заданном значении показателя степени α , значения которого приведены около шкалы. При отсчете значений следует учитывать, что по шкале они увеличиваются справа налево. При выполнении действий по номограмме необходимо принимать одни и те же единицы измерения параметра и наработки, полностью соответствующие порядку цифр на шкалах и линиях. Например, при предельном изменении параметра $U_p = 0,2$ мм и изменении параметра к моменту контроля $U_p = P_{\Pi} - P_n$, $u(t) = P(t) - P_n = 0,15$ мм необходимо на один и тот же порядок изменить два числа, приняв $U_p = 2$ ($0,2$ мм = $2 \cdot 0,1$ мм) и $u(t) = 1,5$ ($0,15$ мм = $1,5 \cdot 0,1$ мм), чтобы $U_p = 2$ можно было отметить на вертикальной левой верхней шкале номограммы, имеющей интервал значений 1...10. При известной наработке t от начала эксплуатации, когда параметр контролируемого элемента машины имел номинальное значение, последовательность определения остаточного ресурса t_{ocm} следующая: $U_p \rightarrow u(t)$ (наклонные линии) $\rightarrow t_{ocm}/t_k$ (шкала для заданного α) $\rightarrow t_{ocm}/t_k$ (верхняя шкала) $\rightarrow t_k$ (наклонные линии) $\rightarrow t_{ocm}$.

Последовательность определения остаточного ресурса:

– вычисляется изменение параметра к моменту контроля $u(t) = P(t) - P_n$ (берется абсолютное значение без учета знака) и предельное изменение параметра $U_p = P_{\Pi} - P_n$;

– отмечается на шкале U_p верхней части номограммы на вертикальной шкале значение U_p (точка А) в сотых, десятых долях или десятках единиц, проводится горизонталь АБ до наклонной линии, характеризующей значение $u(t)$ в тех же единицах, затем опускается вертикаль БВ в нижнюю часть номограммы до шкалы, обозначенной заданным значением α ;

– определяется по шкале численное значение, соответствующее точке В и переносится это значение на горизонтальную шкалу верхней части номограммы (точка В');

– от точки В' опускается вертикаль В'Г до наклонной линии, характеризующей значение наработки t в тысячах, сотнях или десятках единиц, и затем проводится горизонталь ГД до шкалы t_{ocm} (правые верхние

вертикальные шкалы). Соответствующее точке Д значение по шкале и есть искомый остаточный ресурс в тех же единицах наработки.

Пример решения

1. Определение остаточного ресурса расчетным методом.

Газовая горелка котла характеризуется предельной эффективной мощностью $ПП = 150$ кВт, номинальной — $П_n = 164$ кВт. Измеренная мощность оказалась $П(t) = 154$ кВт. Увеличение расход газа по этому параметру $DP = 2$ кВт, показатель степени динамики $\alpha = 0,8$. Измерение мощности произвели после наработки $t_k = 5000$ ч.

В данном случае $П_n > П_{П}$, поэтому параметр убывает. Тогда:

$$U_p = П_n - П_{П} - DP = 164 - 150 - 2 = 12 \text{ кВт};$$

$$u(t) = П_n - П(t) - DP = 164 - 154 - 2 = 8 \text{ кВт}.$$

Таким образом получим:

$$t_{ocm} = 5000 \cdot [(12/8)^{1/0,8} - 1] = 3300 \text{ ч}.$$

2. Определение остаточного ресурса по номограмме.

Определить остаточный ресурс цилиндропоршневой группы поршневого щелевого гомогенизатора до замены колец, если при диагностировании после наработки от начала эксплуатации $t_k = 1600$ ч расход молока, с пониженным давлением, оказался равным $П(t) = 68$ л/мин; $П(t) = 52$ л/мин. Предельный расход молока $П_{П} = 90$ л/мин, номинальный расход молока $П_n = 28$ л/мин. Показатель степени $\alpha = 1,3$ (см. таблицу 4.2).

Вычисляется предельное изменение параметра:

$$U_p = П_{П} - П_n = 90 - 28 = 62 \text{ л/мин}$$

и изменение параметра к моменту диагностирования:

$$u(t) = П(t) - П_{П} = 68 - 28 = 40 \text{ л/мин}.$$

Отмечается на оси U_p значение $U_p = 62$ в десятках единиц (6,2; точка А). От точки А проводится горизонталь до наклонной прямой, обозначение которой соответствует $u(t) = 40$ в тех же десятках единиц (4,0; точка Б). От точки Б опускается вертикаль в нижнюю часть номограммы до шкалы, обозначенной $\alpha = 1,3$ (точка В), и определяется отношение $t_{ocm}/t_k = 0,39$.

Переносится полученное значение 0,39 на верхнюю шкалу номограммы (точка В'). От точки В' опускается вертикаль до наклонной прямой, обозначение которой соответствует величине наработки $t = 1,6$ (в тысячах единиц, точка Г). От точки Г ведется горизонталь вправо до вертикальной оси t_{ocm} (точка Д). Соответствующее точке Д значение искомого остаточного ресурса t_{ocm} в тех же единицах наработки будет 0,63 тыс. или 630 ч.

Если при определении остаточного ресурса при ТО-3 найдено, что значение t_{ocm}/t (точка В на номограмме) больше 1, то численное значение остаточного ресурса можно не определять, так как оно всегда будет больше наработки с начала эксплуатации t .

Вопросы для контроля

1. Методы диагностирования оборудования.
2. Номинальное, допускаемое и предельное значения параметра.

3. Порядок диагностирования оборудования.
4. Диагностирование по качественным признакам.
5. Классификация приборов для диагностирования оборудования.
6. Диагностирование гидравлических систем.
7. Структура диагностической карты.
8. Метод прогнозирования технического состояния машин по результатам диагностирования.

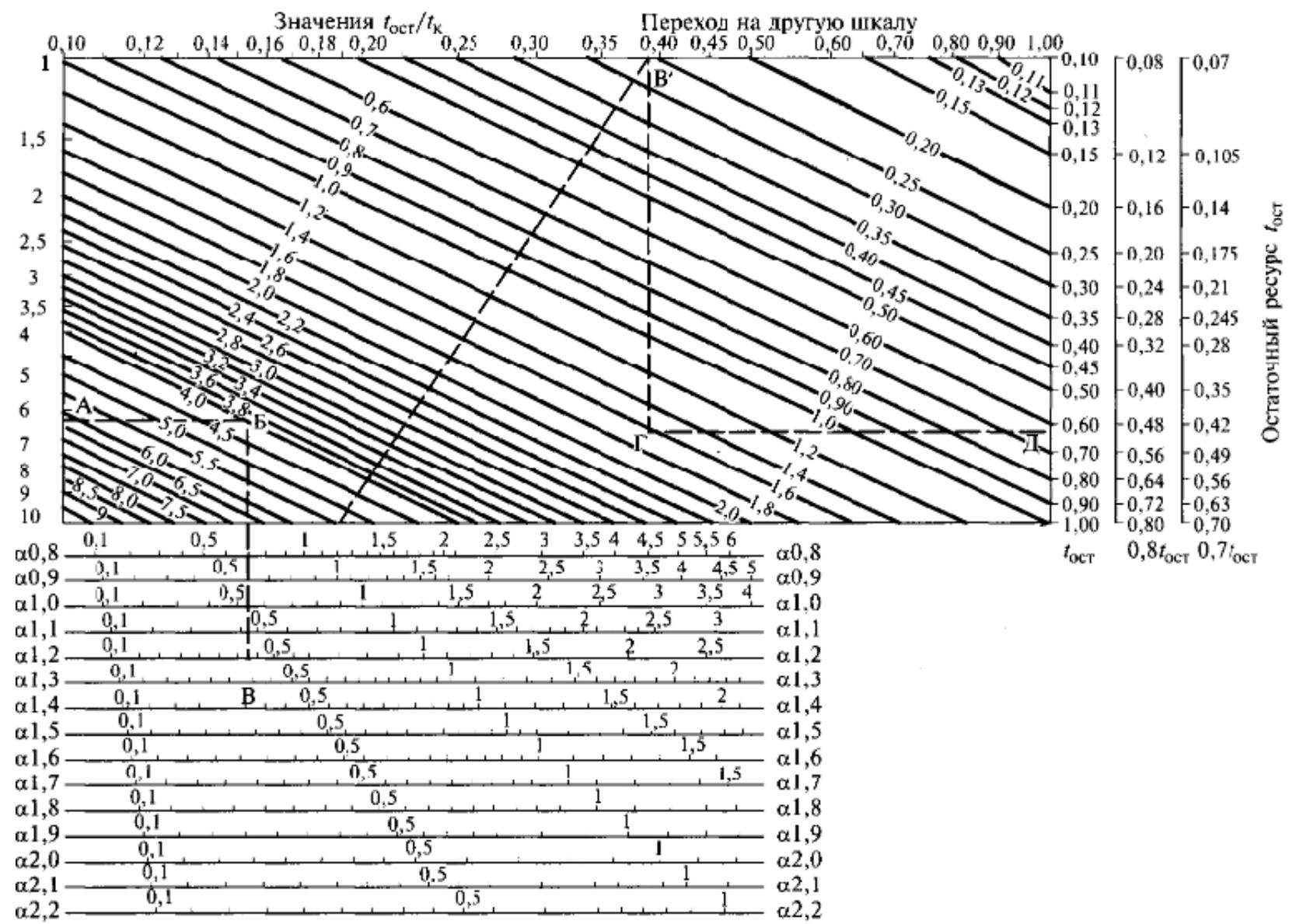


Рисунок 4.2 – Номограмма для прогнозирования остаточного ресурса элементов машин

Практическая работа 5. Построение сетевых графиков монтажа технологического оборудования пищевой и перерабатывающей промышленности

Цель работы: приобрести умения производить пусконаладочные и экспериментальные работы по освоению новых технологических процессов в организации пищевой и перерабатывающей промышленности.

Краткие теоретические сведения

Для того чтобы составить план работ по осуществлению больших и сложных проектов, состоящего из определенного количества операций, необходимо описать его с помощью математической модели. Таким средством описания проектов (комплексов) является сетевая модель [10].

Сетевая модель представляет собой план выполнения некоторого комплекса взаимосвязанных работ (операций), заданного в специфической форме сети, графическое изображение которой называется сетевым графиком. Отличительной особенностью сетевой модели является четкое определение всех временных взаимосвязей предстоящих работ. Главными элементами сетевой модели являются события и работы. Термин работа используется в сетевом планировании и управлении в широком смысле. Во-первых, это действительная работа – протяженный во времени процесс, требующий затрат ресурсов (например, сборка изделия, испытание прибора и т. п.). Каждая действительная работа должна быть конкретной, четко описанной и иметь ответственного исполнителя. Во-вторых, это ожидание – протяженный во времени процесс, не требующий затрат труда (например, процесс сушки после покраски, твердение бетона и т. п.). В-третьих, это зависимость, или фиктивная работа – логическая связь между двумя или несколькими работами (событиями), не требующих затрат труда, материальных ресурсов или времени. Она указывает, что возможность одной работы непосредственно зависит от результатов другой. Естественно, что продолжительность фиктивной работы принимается равной нулю.

Событие – это момент завершения какого-либо процесса, отражающий отдельный этап выполнения проекта. Событие может являться частным результатом отдельной работы или суммарным результатом нескольких работ. Событие может свершиться только тогда, когда закончатся все работы, ему предшествующие. Последующие работы могут начаться только тогда, когда событие свершится.

Задание на практическое занятие

1. Ознакомиться с общими сведениями и правилами построения сетевых графиков.

2. Для выданного перечня оборудования (из таблицы 5.1, по заданию преподавателя согласно таблице 5.2), разработать сетевой график монтажа оборудования.

Таблица 5.1 – Перечень работ, необходимых для монтажа оборудования

№ события	Наименование работы	Продолжительность работы, часов		
		возможная минимальная t_{min}	возможная максимальная t_{max}	средняя t
1	Подготовка приказа о начале работ	1	3	2
2	Подготовка монтажной площадки	6	10	8
3	Доставка оборудования с базы и проверка комплектности	14	18	16
4	Монтаж пути электротали	5	11	8
5	Монтаж шприца вакуумного	1,5	2,5	2
6	Установка стола для вязки колбас	-	-	0,5
7	Монтаж подъемника	1	3	2
8	Монтаж термодымовой камеры (1)	6	10	8
9	Монтаж термодымовой камеры (2)	6	10	8
10	Монтаж куттера	3	5	4
11	Монтаж волчка	2	4	3
12	Монтаж шпигорезки	2	3	2,5
13	Монтаж фаршемешалки	1	3	2
14	Монтаж стола для обвалки и жиловки мяса	-	-	0,5
15	Подвод и подключение электроэнергии к оборудованию термического отделения	3	5	4
16	Подвод и подключение электроэнергии к оборудованию отделения фаршеприготовления	5	7	6
17	Пробный пуск	-	-	0,5
18	Регулировка	1	3	2
19	Режим обкатки на холостом ходу	-	-	3
20	Замена масла	1	3	2
21	Запуск оборудования под нагрузкой до достижения проектной мощности	-	-	6
22	Сдача линии заказчику	1	3	2

3. Откорректировать сетевой график и устранить обнаруженные ошибки.

4. Произвести расчет резервов времени.

Таблица 5.2 – Вариант индивидуальных заданий

№ варианта	№ события из таблицы 5.1
1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 14, 16, 17, 21, 22
2	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22
3	1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 21, 22
4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22
5	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22
6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 22

№ варианта	№ события из таблицы 5.1
7	1, 3, 4, 6, 7, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22
8	1, 2, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22
9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22
10	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22

Порядок выполнения задания

В учебных целях предпочтительнее использовать вероятностные и смешанные методы оценок. Перечень работ и время для их выполнения привести в виде таблицы 5.3. По данным таблицы 5.3 и технических требований на монтаж оборудования строится сетевой график монтажа оборудования производственно-технологической линии (ПТЛ) и производится расчет затрат времени на выполнение работ.

Таблица 5.3 – Перечень работ, необходимых для монтажа ПТЛ

№ п/п	Наименование работы	Продолжительность работы, ч		
		возможная минимальная t_{min}	возможная максимальная t_{max}	средняя t
1				
2				
3				
4				

После того, как составлена таблица 5.3, производят «сшивку графика». После упорядочения сетевого графика рассчитываются параметры событий и ремонт, определяются резервы времени и критический путь. Затем проводятся анализ и оптимизация сетевого графика, который при необходимости вычерчивается заново с пересчетом параметров событий и работ.

Критическим путем называется наиболее длительный вариант выполнения работ от начального до завершающего события.

Событие – это момент завершения какого-либо процесса, отражающий отдельный этап выполнения проекта (на графике изображаются кружками).

При разработке сетевого графика монтажа оборудования необходимо четко подразделить все виды работ на действительные и фиктивные.

Действительная работа – протяженный во времени процесс, требующий затрат ресурсов (например, сборка изделия, испытания прибора и т. п.). Эти работы на сетевом графике изображаются стрелками.

Фиктивная работа – логическая связь между двумя или несколькими работами (событиями), не требующая затрат труда, материальных ресурсов или времени. При построении сетевого графика необходимо соблюдать ряд правил:

1. В сетевой модели не должно быть «тупиковых» событий, т. е. событий, из которых не выходит ни одна работа, за исключением завершающего события (рисунок 5.1).

2. В сетевом графике не должно быть «хвостовых» событий (кроме исходного), которым не предшествует хотя бы одна работа (событие 3 на рисунке 5.2).

3. В сети не должно быть замкнутых контуров и петель, т. е. путей, соединяющих некоторые события с ними же самими (рисунок 5.3). При возникновении контура необходимо пересмотреть график и состав работ и добиться его устранения (контура).

4. Любые два события должны быть непосредственно связаны не более чем одной работой – стрелкой (рисунок 5.4).

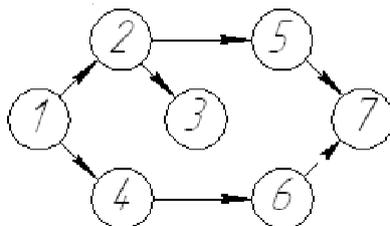


Рисунок 5.1 – Пример «тупикового» события на графике: событие 3 – тупиковое, событие 7 – завершающее

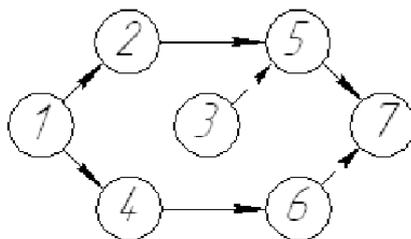


Рисунок 5.2 – Пример «хвостового» события на графике: событие 3 не может свершиться, так как ему не предшествует никакая работа

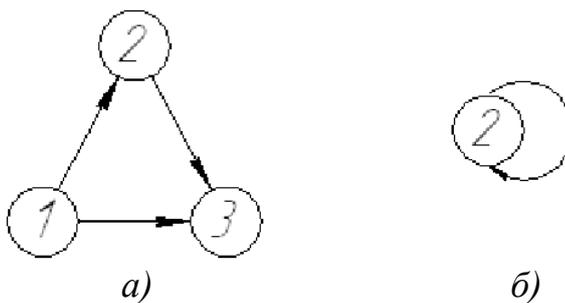


Рисунок 5.3 – Пример замкнутых контуров (а) и петель (б) на сетевом графике

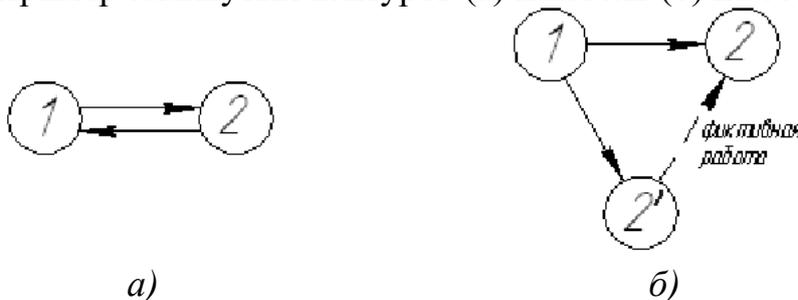


Рисунок 5.4 – Пример неправильного (а) и правильного (б) построения сетевого графика

В этом случае, во избежание путаницы с номерами работ, вводится фиктивная работа и событие 2. При этом одна из параллельных работ (1, 2) замыкается на это фиктивное событие. Фиктивные работы изображаются на графике пунктирными линиями.

5. В сети рекомендуется иметь одно исходное и одно завершающее событие. Если это не так (рисунок 5.5, а), то добиться желаемого можно путем введения фиктивных событий и работ (рисунок 5.5, б).

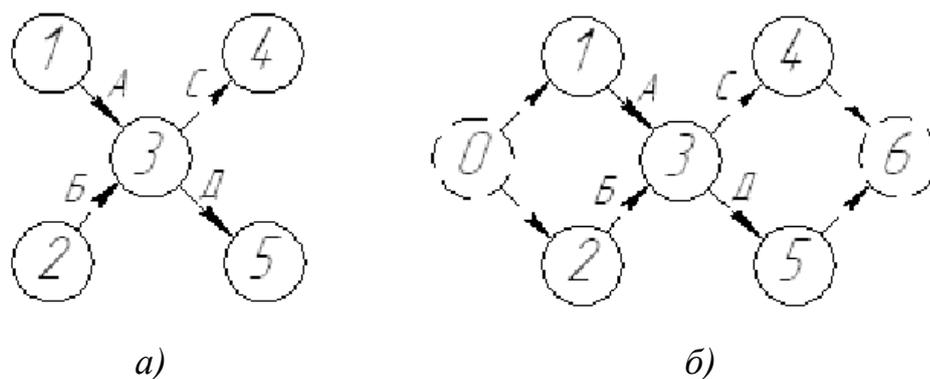


Рисунок 5.5 – Пример ввода в сеть фиктивных событий и работа:
 а) график до ввода; б) график после ввода

6. Фиктивные работы и события вводятся и в ряде других случаев. Один из них – отражение зависимости событий, не связанных с реальными работами. Например, работы А и Б (рисунок 5.6, а) могут выполняться независимо друг от друга, но по условиям производства работа Б не может начаться раньше, чем окончится работа А. Это требует введения фиктивной работы С.

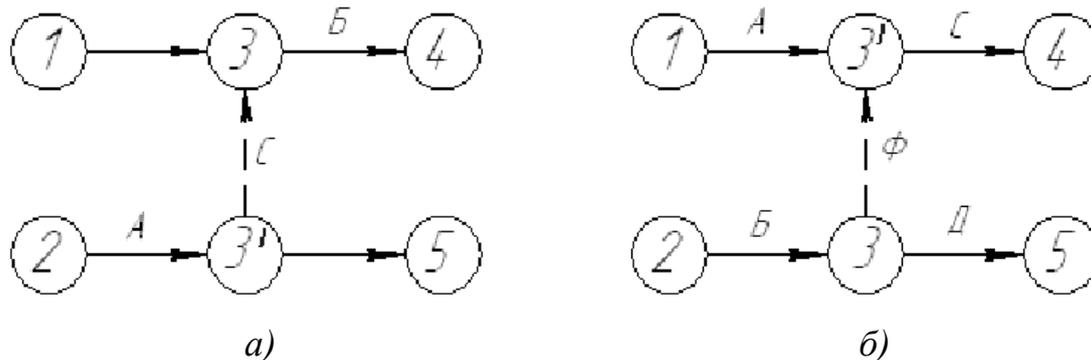


Рисунок 5.6 – Пример ввода фиктивных работ и событий:
 а) при отражении зависимости событий, не связанных с реальными работами;
 б) при неполной зависимости работ

Пример решения

Для определения затрат времени по каждому из путей и поиска критического пути для всего перечня работ, приведенного в таблице 5.1, необходимо произвести соответствующие расчеты:

1. Первый путь L1 проходит через события: 0, 1, 3, 8, 9, 15, 17, 18, 19, 20,

21, 22; суммарное время на этом пути составит: $t(L1) = 2 + 16 + 8 + 8 + 4 + 2 + 3 + 2 + 6 + 2 = 53$ ч.

2. Второй путь L2 пролегает через события: 0, 1, 2, 8, 9, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22; суммарное время выполнения работ на этом пути равно: $t(L2) = 2 + 8 + 8 + 4 + 2 + 3 + 2 + 6 + 2 = 37$ ч.

3. Третий путь проходит через события: 0, 1, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22; суммарное время выполнения работ составит $t(L3) = 2 + 16 + 0,5 + 2 + 4 + 3 + 2,5 + 2 + 0,5 + 6 + 0,5 + 2 + 3 + 2 + 6 + 2 = 54$ ч.

4. Четвертый путь L4 отмечен событиями: 0, 1, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22; суммарное время выполнения работ на этом пути равно: $t(L4) = 2 + 16 + 0,5 + 2 + 4 + 3 + 0,5 + 6 + 0,5 + 2 + 3 + 2 + 6 + 2 = 49,5$ ч.

5. Пятый путь L5 проходит через события: 0, 1, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22; суммарное время на этом пути составит: $t(L5) = 2 + 16 + 0,5 + 2 + 4 + 3 + 6 + 0,5 + 2 + 3 + 2 + 6 + 2 = 49$ ч.

6. Шестой путь L6 пролегает через события: 0, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22; суммарное время выполнения работ составит: $t(L6) = 2 + 8 + 8 + 2 + 0,5 + 2 + 4 + 3 + 2,5 + 2 + 0,5 + 6 + 0,5 + 2 + 3 + 2 + 6 + 2 = 56$ ч.

7. Седьмой путь L7 проходит через события: 0, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22; суммарное время выполнения работ составит: $t(L7) = 2 + 8 + 8 + 2 + 0,5 + 2 + 4 + 3 + 0,5 + 6 + 0,5 + 2 + 3 + 2 + 6 + 2 = 51,5$ ч.

8. Восьмой путь L8 отмечен через события: 0, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22; суммарное время выполнения работ составит: $t(L8) = 2 + 8 + 8 + 2 + 0,5 + 2 + 4 + 3 + 6 + 0,5 + 2 + 3 + 2 + 6 + 2 = 51$ ч.

Из всех рассмотренных путей критическим будет шестой:

$$t_{кр} = t(L6) = 56 \text{ ч.}$$

Поскольку события, лежащие на критическом пути, не имеют резерва времени, для примера рассмотрим событие 9. Ранний срок свершения события составит: $tp(9) = 2 + 16 + 8 + 8 = 34$ ч. Поздний срок свершения событий будет равен: $tn(9) = 56 - (2 + 6 + 2 + 3 + 2 + 4) = 37$ ч. Резерв времени для события 9 определится разностью: $R(9) = 37 - 34 = 3$ ч.

Это означает, что свершение события 9 может быть отсрочено на 3 ч без нарушения всего цикла работ. Аналогичным образом можно определить все имеющиеся резервы.

Анализ сетевого графика и выявление критических (и подкритических) путей и резервов времени на менее напряженных путях позволяют распределить ресурсы, сосредоточить рабочую силу и средства на отстающих участках.

Вопросы для контроля:

1. Последовательность разработки сетевого графика. Исходные данные.
2. Понятия «критический путь», «событие», «действительная» и «фиктивная работа».
3. Способы определения количества резервов времени.
4. Способы сокращения сроков проведения монтажных работ.

Практическая работа 6. Составление технологической карты технического обслуживания оборудования

Цель работы: приобрести умения выполнять технологии текущего ремонта и технического обслуживания с использованием новых материалов, средств диагностики, а также в области составления технологических карт технического обслуживания и ремонта.

Краткие теоретические сведения

Для составления технологических карт необходимы данные о машинах и аппаратах, которые включают в себя: ремонтно-обслуживающие воздействия, период проведения ремонтно-обслуживающих воздействий, возможные неисправности и методы их устранения [1, 10].

Виды технического обслуживания, периодичность их проведения устанавливает изготовитель машин и оборудования; он же определяет метод проведения технического обслуживания без остановки или с остановкой производства продукции.

Для большинства оборудования установлены межремонтное обслуживание, профилактические осмотры, текущий, средний и капитальный ремонты.

Межремонтное обслуживание заключается в повседневном наблюдении за выполнением технической эксплуатации, а также своевременном устранении мелких неисправностей и регулировании механизмов. Выполняется во время перерывов в работе без нарушения режимов производства.

Профилактический осмотр (О) проводится через определенные промежутки времени, установленные для каждой машины (агрегата, линии). Основные работы при проведении осмотра:

- проверка технического состояния изнашивающихся узлов и деталей при минимальном объеме разборочно-сборочных работ,
- замена деталей, которые не могут проработать до очередного планового ремонта,
- ремонт систем смазки, охлаждения, подогревания;
- проверка состояния привода, крепежных деталей, зубчатых, цепных и других видов передач, подшипников, сальниковых уплотнений, предохранительных и защитных устройств;
- проверка качества межремонтного обслуживания;
- уточнение объема и срока проведения очередного планового ремонта.

Осмотры проводят по установленному графику без нарушения процесса производства (в технологические перерывы, между сменами и в нерабочее время).

Текущий ремонт – это минимальный по объему вид ремонта, обеспечивающий нормальную эксплуатацию машин (агрегата, линии) до очередного планового ремонта. Заключается в устранении неисправностей путем замены или восстановления отдельных составных частей

(быстроизнашивающихся деталей), а также в выполнении регулировочных работ.

Текущий ремонт (Т) производится на месте установки оборудования. Основные работы по текущему ремонту:

- частичная разборка машины, поддетальная разборка наиболее изношенных и загрязненных узлов, промывка и чистка их, осмотр и чистка остальных узлов;
- проверка зазоров между валами и втулками, замена изношенных втулок, регулирование или замена изношенных подшипников, замена износившихся зубчатых колес, зачистка задиров и забоин на трущихся поверхностях;
- замена изношенных деталей, не способных выдержать нагрузку доследующего планового ремонта;
- ремонт и промывка системы смазки, охлаждения, замена старой смазки и др.

Средний ремонт заключается в восстановлении эксплуатационных характеристик машин (агрегатов, линий) путем ремонта или замены изношенных, или поврежденных деталей и узлов, а также в проверке технического состояния остальных составных частей с целью устранения обнаруженных неисправностей. При среднем ремонте допускается проводить капитальный ремонт. Основные работы при среднем ремонте (С):

- проверка механизмов машин (агрегата, линии) с частичной их разборкой, ремонт отдельных узлов с заменой деталей, износ которых превышает допустимый по технологическим условиям или нормам;
- проверка и замена изношенных тросов, цепей, ремней и др., чистка подшипников, плановая замена шариковых, роликовых подшипников и подшипников скольжения, проверка и промывка редукторов;
- зачистка поврежденных поверхностей, удаление забоин и заусенцев, проверка и замена изношенных прокладок, уплотнений, крепежных деталей;
- исправление или замена износившейся арматуры; покраска при необходимости отдельных частей машины, сборка машины (агрегата), проверка крепления узлов и механизмов, регулировка и испытания на холостом ходу и под производственной нагрузкой.

Капитальный ремонт (К) включает в себя полную разборку и дефектацию машины (агрегата), замену и ремонт износившихся узлов и деталей, в том числе и базовых. Основные работы при капитальном ремонте:

- полная поддетальная разборка всех узлов машины (агрегата), замена износившихся узлов и деталей или восстановление их с доведением до размеров, установленных техническими условиями;
- тщательная выверка, центровка и балансировка узлов и деталей оборудования;
- выверка станины или рамы машины с одновременным ремонтом, при необходимости фундаментов, оснований и опорных конструкций;
- проверка, чистка и ремонт воздухопроводов, трубопроводов с установленной запорно-регулирующей арматурой;
- отладка, регулирование или замена приборов автоматического контроля

и управления;

- ремонт защитных устройств, изоляции и обмуровки согласно техническим требованиям для нового оборудования;
- окраска отдельных частей, а при необходимости всей машины;
- комплексная проверка, регулирование и испытание вхолостую и под нагрузкой.

Задание на практическое занятие

1. Изучить данные технического паспорта на марку оборудования, выбранного согласно индивидуальному варианту, заданному преподавателем (таблицы 6.1, 6.2).

Таблица 6.1 – Индивидуальные варианты заданий

№ варианта	№ оборудования по таблице 6.2
1	1, 2, 3
2	4, 5, 6
3	7, 8, 9
4	10, 11, 12
5	13, 14, 15
6	1, 4, 7
7	2, 5, 8
8	3, 6, 9
9	7, 10, 14
10	8, 11, 15

Таблица 6.2 – Нормативы периодичности, продолжительности и трудоемкости технического обслуживания

№ п/п	Наименование оборудования	Нормативы ресурса, ч		Время простоя оборудования, ч	
		Т	К	Т	К
1	Кран мостовой Q=3,2 т.	6000	24000	16	32
2	Токарно-винторезный станок 1М63	6720	40320	8	40
3	Токарно-винторезный станок 16К20	6720	40320	8	40
4	Наждак	12500	37500	2	4
5	Машина листосгибочная ИВ 2144	3000	9000	2	6
6	Пресс ножницы комбинированные НБ 5221Б	3500	10500	4	8
7	Зигмашина ИВ 2716	20000	40000	1	2
8	Ножницы кривошипные НЗ118	1500	6000	4	8
9	Трансформатор сварочный	1200	2400	16	32
10	Машина листосгибочная ИВ 2216	4000	12000	16	32
11	Отделочно-расточной вертикальный станок 2733П	2800	11200	4	8
12	Зигмашина ВМ С76В	20000	40000	1	2
13	Трансформатор сварочный ТДМ 401-У2	1200	2400	16	32
14	Выпрямитель для дуговой сварки ВДУ-506С	1200	2400	8	16
15	Вертикально-сверлильный станок ГС2112	6720	40320	8	32

3. Изучить виды и перечень работ при ТО и ремонте.
4. Назначить виды и периодичность проведения ТО и ремонтов.
5. Определить нормативы ресурса между простоями (см. таблицу 6.2)
6. Определить количество и виды ТО и ремонтов в предстоящем году. Для этого необходимо определить количество отработанных часов оборудования (таблица 6.3) (расчет условно ведется с января месяца).

Таблица 6.3 – Учет времени работы оборудования

№ п/п	Наименование оборудования	Месяц года											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Кран мостовой Q=3,2 т.	28	32	37	29	34	28	35	27	36	30	32	28
2	Токарно-винторезный станок 1М63	128	157	161	168	165	158	158	160	162	155	150	140
3	Токарно-винторезный станок 16К20	128	155	165	168	165	158	158	160	162	160	164	155
4	Наждак	35	38	50	57	56	48	48	45	40	35	37	32
5	Машина листосгибочная ИВ 2144	68	70	84	80	80	75	75	82	68	74	72	65
6	Пресс ножницы комбинированные НБ 5221Б	95	90	109	115	120	105	105	98	110	96	100	90
7	Зигмашина ИВ 2716	58	60	62	64	50	59	59	65	63	54	55	50
8	Ножницы кривошипные НЗ118	8	10	6	4	7	8	8	5	6	4	5	5
9	Трансформатор сварочный	120	125	140	140	120	130	130	140	135	123	125	120
10	Машина листосгибочная ИВ 2216	68	70	84	80	80	75	75	78	82	76	77	70
11	Отделочно-расточной вертикальный станок 2733П	28	30	32	34	30	28	28	32	30	32	33	30
12	Зигмашина ВМ С76В	39	48	38	52	35	33	33	44	28	27	29	25
13	Трансформатор сварочный ТДМ 401-У2	110	120	140	120	130	125	125	135	140	120	125	120
14	Выпрямитель для дуговой сварки ВДУ-506С	155	160	168	162	180	182	182	170	174	182	180	170
15	Вертикально-сверлильный станок ГС2112	68	77	75	67	72	65	70	74	85	98	95	79

Таблица 6.4 – Трудоемкость ремонта и планового осмотра

Виды работ	Наименования работ	Капитальный ремонт	Текущий ремонт	Осмотр	Осмотр перед капитальным ремонтом
		Норма времени на единицу ремонтосложности, ч			
При ремонте механической части. Станочные	Изготовление заменяемых деталей	10,7	2,0	0,1	0,1
	Восстановление деталей	3,0	–	–	–
	Пригонка при сборке	0,3	–	–	–
	ИТОГО	14,0	2,0	0,1	0,1
Слесарные и др.	На изготовление заменяемых деталей	1,1	0,2	-	-
	На восстановление деталей	0,8	–	–	–

7. Определить трудоемкость работ по месяцам (таблица 6.4).
8. Рассчитать годовую трудоемкость работ.
9. Заполнить технологическую карту по образцу.

Пример решения

Таблица 6.5 – Пример заполнения карты проведения работ по ТО и ремонту

Вид РОВ	Объект	Периодичность	Трудоемкость	Инструменты, приборы	Исполнитель	Наименование, содержание и последовательность работ
ТО-1	Мясо-рубка МП-200	Не реже, чем через 60 ч.	4 ч	Стетоскоп, набор щупов, шприц	Слесарь-наладчик	Визуальная диагностика с целью выявления посторонних шумов, контроль температуры, давления, качества продукции, производительности, проверка исправности сигнального оборудования, датчиков, смазка через масленки подшипниковых узлов. На ощупь проверить степень перегрева редуктора, электродвигателя. Очистить и промыть решетку от остатков фарша, заточить режущие кромки инструмента при необходимости проверить наружные крепления, натяг ремней. Другие специфичные приемы для пищевого производства
ТО-2		...				
Т						
К						

Трудоемкость работ по месяцам:

Годовая трудоемкость работ:

Вопросы для контроля:

1. В чем заключается межремонтное обслуживание оборудования?
2. Перечислите основные работы при проведении осмотра.
3. Когда следует проводить профилактические осмотры?
4. Как определяется трудоемкость проведения данного вида работ?
5. От чего зависит выбор необходимых инструментов и приборов для проведения данного вида работ?

Практическая работа 7. Составление технологической карты дефектовки деталей

Цель работы: приобрести умения производить оценку соответствия технических параметров технического обслуживания и ремонта технологического оборудования и процессов в организации пищевой и перерабатывающей промышленности требованиям проектной документации, а также составлять технологические карты на дефектовку деталей.

Краткие теоретические сведения

Дефектация – операция технологического процесса ремонта машины, заключающаяся в определении степени годности бывших в эксплуатации деталей и сборочных единиц к использованию на ремонтируемом объекте [7, 16]. Она необходима для выявления у деталей дефектов, возникающих в результате изнашивания, коррозии, усталости материала и других процессов, а также из-за нарушений режимов эксплуатации и правил технического обслуживания. Степень годности деталей к повторному использованию или восстановлению устанавливают по технологическим картам на дефектацию. В них указаны: краткая техническая характеристика детали (материал, вид термической обработки, твердость, размеры восстановления, отклонение формы и взаимного расположения поверхностей), возможные дефекты и способы их устранения, методы контроля, допустимые без ремонта и предельные размеры.

Оценку проводят сравнением фактических геометрических параметров деталей и других технологических характеристик с допустимыми значениями.

Номинальными считают размеры и другие технические характеристики деталей, соответствующие рабочим чертежам.

Допустимыми считают размеры и другие технические характеристики детали, при которых она может быть поставлена на машину без восстановления и будет удовлетворительно работать в течение предусмотренного межремонтного ресурса.

Предельными называют выбраковочные размеры и другие характеристики детали.

Часть деталей с размерами, не превышающими допустимые, могут быть годными в соединении с новыми (запасными частями), восстановленными или с деталями, бывшими в эксплуатации. Поэтому в процессе контроля их сортируют на пять групп и маркируют краской соответствующего цвета: годные (зеленым), годные в соединении с новыми или восстановленными до номинальных размеров деталями (желтым), подлежащие ремонту в данном ремонтном предприятии (белым), подлежащие восстановлению на специализированных ремонтных предприятиях (синим) и негодные – утиль (красным). Годные детали транспортируют в комплектовочное отделение или на склад, требующие ремонта – на склад деталей, ожидающих ремонта, или непосредственно на участки по их восстановлению, негодные – на склад утиля.

Если для дефектовки задан узел, требующий предварительного испытания (например: масляный насос, подкачивающая помпа и т. д.), то

необходимо провести испытание их на стендах, результаты испытания занести в карту и сопоставить их с техническими условиями, предъявляемыми к исправному узлу.

Заполнение карты «Дефектовка деталей узла» производится в следующем порядке:

а) в графах «Название детали» и «№ по каталогу» проставляются данные, взятые из соответствующих технологических карт альбома на ремонт и контроль деталей или из каталога деталей соответствующей машины;

б) в графе «Наименование дефектов» кратко указывается местонахождение и существо дефекта. Например, у втулки может быть дефект – износ внутренней поверхности, у корпуса помпы – трещины корпуса или срыв резьбы в отверстии и т. д. В этой графе указываются все дефекты, которые имеются или могут быть на данной детали, включая возможные дефекты, не указанные в картах типовой технологии;

в) в графе «Способ установления дефекта и инструмент» против каждого дефекта кратко указывается способ его обнаружения, например: «осмотр», «замер диаметра», «замер зазора между кольцом и канавкой», «гидравлическое испытание», «замер биения» и т. п. и измерительный инструмент или приспособление, необходимые для обнаружения дефекта. Кроме наименования инструмента, записывается его характеристика (точность отсчета, пределы измерения). Например, штангенциркуль 150 мм с нониусом 0,05 мм, или микрометр 25–50 мм, или щуп (набор № 3) и т. д. В случае, когда для обнаружения дефекта могут быть применены несколько способов (например, замер диаметра и замер зазора), записывается каждый способ с соответствующим инструментом. В некоторых случаях для объяснения способа обнаружения дефекта может потребоваться схема установки детали или инструмента для выполнения замера, тогда схема установки вычерчивается в этой же графе;

г) в графе «№ сопрягаемой детали» против каждого дефекта указывается № по каталогу той детали, которая сопрягается с дефектной поверхностью рассматриваемой детали. Например, при дефекте шатуна «износ внутренней поверхности верхней головки» в графе следует указать № втулки по каталогу, а для дефекта того же шатуна «износ поверхности под гайками болтов» сопрягаемой деталью будет являться гайка болта шатуна. При таких дефектах, как, например, трещина водяной рубашки, изгиб шатуна и т. п. графа «№ сопрягаемой детали» не заполняется;

д) в графах «Нормальный размер, зазор (натяг)» против каждого дефекта проставляются данные, взятые из чертежа детали или из карты на ремонт детали, относящиеся к рассматриваемому дефектному месту. Например, в эту графу для втулки при дефекте «износ внутренней поверхности» следует записать внутренний диаметр втулки с допусками и пределы зазора, заданные чертежами сопрягаемых деталей. Размеры проставляются с предельными отклонениями, зазоры или натяги проставляются наибольший и наименьший: для некоторых дефектов (например, для дефекта «трещина водяной рубашки») эта графа не заполняется;

е) в графах «Допустимые без ремонта размеры, зазор (натяг)» указываются размеры рассматриваемой дефектной поверхности для сопряжения с работавшей и новой деталью и зазор или натяг между ней и сопрягаемой новой деталью, при которых еще допускается постановка детали на машину без ремонта. Допустимый без ремонта размер берется из таблиц технологии или исчисляется по следующему выражению:

$$\text{для вала } D_{\partial} = D_{\min} - (S_{\partial} - S_{\max})$$

$$\text{для отверстия } D_{\partial} = D_{\max} + (S_{\partial} - S_{\max}),$$

где D_{∂} – допустимый без ремонта размер детали, мм; S_{∂} – допустимый без ремонта зазор, мм; D_{\max} – наибольший нормальный размер детали, мм; D_{\min} – наименьший нормальный размер детали, мм; S_{\max} – наибольший зазор посадки, мм.

Например, нормальный размер внутреннего диаметра втулки равен $60+0,030$ мм, нормальный зазор между ней и сопрягаемой деталью (например, валиком) от 0,05 до 0,07 мм, а допустимый без ремонта зазор равен 0,15 мм, тогда допустимый без ремонта размер, для сопряжения с новой деталью, исчисляется следующим образом: наибольший нормальный размер втулки 60,03 мм; наибольший нормальный зазор равен 0,07 мм; допустимый без ремонта зазор равен 0,15 мм, допустимый износ будет $0,15 - 0,07 = 0,08$ мм. Допустимый без ремонта размер (внутренний диаметр) втулки будет равен: $60,03 + 0,08 = 60,11$ мм.

При отсутствии данных о допустимых без ремонта зазорах (S_{∂}) в подвижных сопряжениях и натягах в неподвижных сопряжениях можно, ориентировочно, руководствоваться следующими соображениями:

1. У подвижных сопряжений высокого класса точности, где увеличение зазора вследствие износа непосредственно влияет на изменение эффективных показателей работы сопряжения, например, сопряжение цилиндр – поршень, можно допустить без ремонта увеличение зазора в 1,2–1,5 раза по сравнению с нормальным, тогда $S_I = 1,2 \dots 1,5 S_n$.

Примечание. За нормальный зазор принимается средний зазор посадки: $S_n = (S_{\max} + S_{\min})/2$.

Увеличение зазора без ремонта в сопряжении канавка поршня – кольцо можно допустить в 2...3,3 раза.

2. В ответственных сопряжениях, где увеличение зазора сильно влияет на темп нарастания износа деталей сопряжения и может вызвать аварии и разрушения (например, сопряжение палец – втулка верхней головки шатуна, шатунный подшипник – шейка коленчатого вала, втулка – шейка распределительного вала и т.п.), можно допустить без ремонта увеличение зазора в три-пять раз по сравнению с нормальным $S_{\partial} = 3 \dots 5 S_n$.

3. У сопряжений с неподвижными посадками величина допустимого без ремонта натяга колеблется в пределах 0,01–0,03 мм, за исключением «особых» сопряжений, как, например, посадка венца маховика, втулки верхней головки

шатуна и др., требующих больших величин натяга.

4. У сопряжений с переходными посадками допустимой без ремонта величиной зазора следует считать зазор посадки, увеличенный в 3–5 раз.

5. Допустимой без ремонта величиной зазора в подшипниках качения следует считать равной в 6–10 раз больше нормального.

6. В шлицевых соединениях допустимым без ремонта следует считать увеличение зазора в 12...20 раз по сравнению с нормальным, то есть $S_{\delta} = 12...20 S_n$ (для Т-100 ≈ 6 раз).

7. Уменьшение толщины зуба шестерен можно допускать на 0,8–1,0 мм по сравнению с нормальной (из условий допускаемого нарушения правильности зацепления или толщины слоя цементации для шестерен с цементированными зубьями). Выкрашивание зубьев можно допустить не больше, чем у трех несмежных зубьев до $\frac{1}{3}$ их длины,

ж) в графе «Замеренный размер» записывается размер детали, замеренный по месту наибольшего износа;

з) в графе «Замеренный зазор (натяг)» указывается непосредственно замеренный зазор с помощью щупа, свинцовой проволочки и микрометра и т. д. Если зазор не измерялся, то записывается результат, полученный подсчетом по замерам сопрягающихся поверхностей деталей. Величина натяга подсчитывается по результатам замеров сопрягающихся поверхностей деталей;

и) в графе «Заключение» пишется заключение по данному дефекту детали: годна для сопряжения с новой или работавшей деталью, требует ремонта, выбраковать.

Заключение дается при сравнении замеренных или подсчитанных размеров и зазоров или натягов с данными, записанными в графе «Допустимые без ремонта», по каждому рассматриваемому дефекту. Технологическая карта на дефектовку узла составляется на все детали узла машины, данного студенту для дефектовки кроме крепежных деталей.

Задание на практическое занятие

1. Согласно индивидуальному заданию, выданному преподавателем (таблица 7.1) установить наличие у соединений наличие дефектов, величины износов.

Таблица 7.1 – Наименование соединений и контролируемых дефектов

№ варианта	Наименование и обозначение контролируемого соединения	Контролируемый дефект	Действительные значения размеров деталей		Допустимое увеличение зазора: S_{δ}
			отверстия	вала	
1	Ø18 Н8/d8	чрезмерный зазор	18,03	17,5	$3 \cdot S_n$
2	Ø60 Н8/d8		60,005	59,850	$1,5 \cdot S_n$
3	Ø20 Н8/f8		20,03	19,915	$2 \cdot S_n$
4	Ø18 Н8/d8		18,01	17,648	$4 \cdot S_n$
5	Ø60 Н8/d8		60,04	59,82	$3 \cdot S_n$
6	Ø20 Н8/f8		20,01	19,935	$1,2 \cdot S_n$
7	Ø18 Н8/d8		18,002	17,9	$1,3 \cdot S_n$
8	Ø60 Н8/d8		60,03	59,744	$2,5 \cdot S_n$
9	Ø20 Н8/f8		20	19,915	$3 \cdot S_n$
10	Ø18 Н8/d8		18,004	17,855	$2 \cdot S_n$

2. Заполнить карту на дефектовку деталей узла (таблица 7.2), сделать в ней выводы о годности деталей для дальнейшего использования или о необходимости их восстановления.

Таблица 7.2 – Форма карты дефектации

Наименование и обозначение контролируемого соединения	Контролируемый дефект	Нормальный зазор посадки S_n , мм	Допустимое увеличение зазора S_δ	Действительное значение зазора, мм	Заключение

Пример решения

При контроле установлено, что действительные значения размеров деталей в посадке $\varnothing 35 \text{ H8/d8}$ составляют: отверстия: $D_\delta = 35,03$ мм, вала $d_\delta = 34,8$ мм. Допустимое увеличение зазора для данного соединения составляет: $S_\delta = 2 \cdot S_n$. Необходимо сделать выводы о годности данного соединения для дальнейшего использования или о необходимости их восстановления.

1. В зависимости от номинального значения диаметра и поля допуска по ГОСТ 25346-2013 выбираются предельные отклонения отверстия: ES – верхнее отклонение размера отверстия; EI – нижнее отклонение размера отверстия.

В зависимости от номинального значения диаметра и поля допуска выбирают также предельные отклонения вала: es – верхнее отклонение размера вала, ei – нижнее отклонение размера вала.

2. Определяются предельные размеры отверстия и вала, допуски размера отверстия и вала. Наибольший предельный размер отверстия:

$$D_{max} = D_H + ES = 35,039 \text{ мм},$$

где D_H – номинальный диаметр отверстия.

Наименьший предельный размер отверстия:

$$D_{min} = D_H + EI = 35 \text{ мм}.$$

Допуск отверстия: $TD = D_{max} - D_{min} = 0,039$ мм.

Наибольший предельный размер вала:

$$d_{max} = d_H + es = 34,920 \text{ мм},$$

где d_H – номинальный диаметр вала.

Наименьший предельный размер вала:

$$d_{min} = d_H + ei = 34,858 \text{ мм}.$$

Допуск вала: $Td = d_{max} - d_{min} = 0,062$ мм.

3. Рассчитываются наибольшие и наименьшие зазоры. Наибольший и наименьший зазор:

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = 0,181 \text{ мм}.$$

$$S_{min} = D_{min} - d_{max} = 0,08 \text{ мм}.$$

4. Рассчитываются средний (нормальный зазор):

$$S_n = (S_{max} + S_{min})/2 = 0,1305 \text{ мм}.$$

5. Рассчитываются действительный зазор, исходя из действительных размеров деталей, полученных в результате контроля:

$$S_{\delta} = D_{\delta} - d_{\delta} = 0,23 \text{ мм.}$$

Допустимое увеличение зазора для данного соединения составляет:

$S_{\delta} = 2 \cdot S_n = 0,261 \text{ мм.}$ Следовательно, соединение пригодно для дальнейшей эксплуатации без проведения ремонтных работ.

Вопросы для контроля

1. Дефектация. Дефектовка. Основные понятия и определения
2. Номинальные, действительные и предельные размеры.
3. Технологическая карта на дефектовку. Ее содержание.
4. Как рассчитать допустимый без ремонта размер?
5. Как рассчитать средний зазор посадки?

Практическая работа 8. Поддержание работоспособности технологического оборудования. Определение потребности в смазочных материалах

Цель работы: приобрести практические навыки принятия решений о рациональных формах диагностики, поддержания и восстановления работоспособности, а также расчёта годовой потребности в смазочных материалах и формировании годовой заявки.

Краткие теоретические сведения

Для уменьшения коэффициента трения узлов оборудования, отвода избыточного количества теплоты и демпфирования нагрузок применяются поточная и циркуляционная системы смазки. В поточной системе смазки (рисунок 8.1, а) применяются как жидкие, так и консистентные смазочные материалы однократного использования. В циркуляционных системах смазки используются жидкие масла, которые после отстаивания в поддоне картера свободной системы смазки (рисунок 8.1, б), или после очистки на фильтре и отстаивания в принудительной системе смазки (рисунок 8.1, в) многократно подаются на узел трения [8, 11].

Виды и марки смазочных материалов для оборудования предприятий указываются в технической документации завода-изготовителя.

Необходимость самостоятельного выбора смазочных материалов возникает в случае, когда новая машина прибыла без документации на масла или модернизирована так, что значительно изменились параметры узлов трения. В этом случае надо учитывать все условия, в которых работает соединение. Поскольку речь идет только о пищевых производствах, то условия работы деталей могут быть различны: от повышенного содержания соли в солевых растворах до высоких температур и давлений в непрерывных хлебопекарных печах; от действия электрических полей в оборудовании до влияния газовой среды в газоходах и арматуре. Именно поэтому дальше приведен перечень основных видов масел.

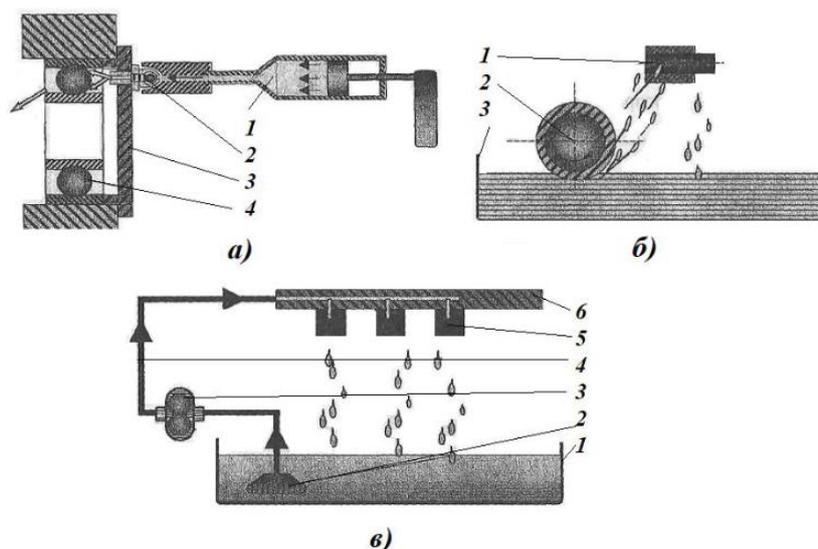


Рисунок 8.1 – Системы смазки:

- а) поточная система смазки: 1 – смазочный шприц; 2 – маслѐнка;
 3 – подшипниковая крышка; 4 – подшипник; б) свободная циркуляционная
 система смазки: 1 – узел трения; 2 – рабочее колесо-разбрызгиватель;
 3 – поддон с маслом; в) принудительная циркуляционная система смазки:
 1 – поддон с маслом; 2 – масляный фильтр; 3 – насос; 4 – маслопровод; 5 – узел
 трения; 6 – главная масляная магистраль

Масла классифицируют по консистенции, составу и отрасли применения. По консистенции масла разделяют на полужидкие, пластичные и твердые. Пластичные и полужидкие масла представляют собой коллоидные системы, состоящие из дисперсионной среды, дисперсной фазы, а также присадок и добавок. Наибольшее применение пластичные масла получили в подшипниках качения и скольжения, шарнирах, зубчатых, винтовых и цепных передачах, многожилых тросах. Наиболее существенными факторами, имеющими влияние на эффективность применения пластичных масел, являются:

1. Особенности узлов трения и условия эксплуатации масел – температура, нагрузка, скорость перемещения пар трения.

2. Совместимость масел с конструктивными материалами.

3. Совместимость масел друг с другом при их возможном смешивании. Твердые масла до отверждения являются суспензиями, дисперсионной средой которых служит смола или другое связующее вещество и растворитель, а загуститель – дисульфид молибдена, графит, технический углерод и тому подобное. После отверждения (испарения растворителя) твердые масла представляют собой золи, обладающие всеми свойствами твердых тел и характеризующиеся низким коэффициентом сухого трения.

По составу масла подразделяют на четыре группы:

1. Мыльные масла, для получения которых в качестве загустителя применяют соли высших карбоновых кислот (мыла). В зависимости от аниона мыла, масла того же катиона разделяют на обычные и комплексные (кальциевые, литиевые, бариевые, алюминиевые и натриевые). В отдельную группу выделяют масла на смешанных мылах, в которых в качестве загустителя

используют смесь мыл (литиево-кальциевые, натриево-кальциевые и др.: первым отмечают катион мыла, часть которого в загустителе больше). Мыльные масла в зависимости от применяемого для их получения жирового сырья называют условно синтетическими (анион мыла – радикал синтетических жирных кислот) или жировыми (анион мыла – радикал естественных жирных кислот), например, синтетические или жировые солидолы.

2. Неорганические масла, для получения которых в качестве загустителя используют термостабильные с хорошо развитой удельной поверхностью высокодисперсные неорганические вещества. К ним относят силикагель, бентонитовые, графитовые, асбестовые и другие масла.

3. Органические масла, для получения которых используют термостабильные, высокодисперсные органические вещества. К ним относят полимерные, пигментные, полимочевинные, сажевые и другие масла.

4. Углеводородные масла, для получения которых в качестве загустителей используют высокоплавкие углеводы (петролатум, церезин, парафин, озокерит, различные естественные и синтетические воска). В зависимости от типа их дисперсионной среды различают масла на нефтяных и синтетических маслах.

Таблица 8.1 – Полужидкие масла

Наименование, марка	Температура воспламенения, °С	Температура застывания, °С	Область применения
Индустриальное И-5А И-8А	120 130	-25 -20	Редуктор распылительной сушилки, сепараторы, шлифовальные станки, шестеренчатые редукторы
И-12А	165	-30	Сепараторы, гомогенизаторы, плунжерные насосы, шестеренчатые редукторы
И-30А И-20А	190 180	-15 -15	Металлообрабатывающие станки, воздушные и аммиачные компрессоры, консольные насосы
Х-30	160	-40	Аммиачные компрессоры П-220
Цилиндровое Т-52	310	-5	Червячные редукторы
Тракторное АК-15 АК-10	220 200	-5 -25	Цилиндрические редукторы, червячные и зубчатые передачи лебедок
Турбинное 22 Турбинное 30	220 180	-15 -10	Сепараторы, центрифуги, турбокомпрессоры
Компрессорное 12	216	-25	Одноступенчатые компрессоры низкого давления, двух- трехступенчатые компрессоры
Компрессорное 19	245	-5	Многоступенчатые компрессоры высокого давления

По области применения масла разделяют на:

1. Антифрикционные (снижение износа и трения соединяемых деталей).
2. Консервационные (предотвращение коррозии металлических изделий и механизмов при хранении, транспортировке и эксплуатации).
3. Уплотняющие (герметизация зазоров, облегчение сборки и разборки арматур, щипцовых устройств, резьбовых, разъемных и подвижных соединений, в том числе вакуумных систем).
4. Канатные (предотвращение износа и коррозии стальных канатов).

Примерный перечень рекомендуемых смазочных материалов для

отдельных машин представлен в таблицах 8.1 и 8.2.

Таблица 8.2 – Пластичные масла

Наименование, марка	Температура каплепадения, °С	Пенетрация Н _p	Область применения
ЦИАТИМ-202, 201	170 175	–	Подшипники электродвигателя
ЦИАТИМ-203	150	220	Подшипники
Консталин УТ-2	150	175–225	Подшипники
Солидол УС-1	60	180-250	Подшипники грузоподъемных механизмов
Солидол УС-2	75	175–220	Подшипники консольных водяных насосов
Графитная	77	250	Открытые шестерни

Задание на практическое занятие

1. Подготовить заявку для обеспечения ремонтных работ смазочными материалами. Заявка составляется в соответствии с индивидуальным вариантом, заданным преподавателем (таблица 8.3) на основании расчета годовой потребности в смазочных материалах, виды которых подбираются с учетом особенностей систем смазки оборудования.

Примерная форма заявки:

УТВЕРЖДАЮ

Директор предприятия

_____ Ф.И.О.

(подпись)

«__» _____ 20__ г.

ЗАЯВКА

на смазочные материалы для эксплуатации технологического оборудования

_____ (название цеха, предприятия)

Наименование оборудования	Наименование смазочных материалов	Тип, марка	Количество, кг

Механик цеха _____ /Ф.И.О./

Порядок выполнения задания

1. Дать характеристику смазочных систем оборудования выбранного варианта.

2. Провести примерный расчет годовой потребности в смазочных материалах по формуле:

$$П = \Phi_2 \cdot H_2 \cdot n / 2000,$$

где H_2 – годовая норма расходов смазки, кг/год (паспортные данные); n – количество одинаковых (однотипных) единиц оборудования; 2000 – средняя годовая норма наработки единицей оборудования, часов; Φ_2 – годовой фонд рабочего времени единицы оборудования, ч;

$$\Phi_2 = 1,15 \cdot M_2 / (M_{\text{маш}} \cdot n),$$

где 1,15 – коэффициент учитывающий работу оборудования во время пуска, мойки; M_2 – годовой плановый выпуск продукции (переработки сырья), кг, м³, л; $M_{\text{маш}}$ – паспортная производительность машины, кг/ч, м³/ч, л/ч.

3. Составить заявку на приобретение смазочных материалов.

Таблица 8.3 – Варианты данных для расчета расходов масла

Вариант	Цех, оборудование	Смазка		Характеристика машин			
		вид	расход смазки на ТР	M_2	$M_{\text{маш}}$	n	Кол-во ТР
1	2	3	4	5	6	7	8
	Цех по производству мясных полуфабрикатов:						
1	Участок подготовки сырья Дробилка замороженных блоков Болтовые соединения крепления ножей Подшипники качения Редуктор привода	СКБ-300П Солидол С И-5А	0,05 кг 0,1 кг 1,5 л	720 т/г	4000 кг/ч	1	2
	Волчок-дробилка Цепная передача привода Подшипники качения электродвигателя Редуктор привода Подшипники качения	Графитная ЦИАТИМ- 202 И-5А Солидол С	0,1 кг 0,1 кг 1,5 л 0,1 кг	720 т/г	3000 кг/ч	1	2
	Подъемник-загрузчик Тяговая цепь подъемника Подшипники качения Направляющие ролики Редуктор привода Электрощитовое и распределительное оборудование	Графитная Солидол С Солидол С И-5А ЦИАТИМ- 202	0,2 кг 0,1 кг 0,1 кг 1,5 л 0,1 кг	720 т/г	300 кг (5 мин)	1	2

1	2	3	4	5	6	7	8
2	Участок приготовления фарша:						
	Куттер Подшипники качения Шарниры крышек Лабиринтные уплотнения Вакуумный насос Редуктор привода Гидравлическая система	Солидол С СКБ-300П TF-15 Вакуумные масла Molykote L-0610 И-5А Гидравлические масла Molykote L- 1346FM	0,6 кг 0,05 кг 0,03 кг 0,5 л 1,5 л 1 л	720 т/г	600 кг/ч	5	2
	Фаршемешалка Редуктор привода Подшипники качения Подшипники качения электродвигателя Цепная передача привода Вакуумный насос	И-5А Солидол С ЦИАТИМ- 202 Графитная Вакуумные масла Molykote L-0610	1,5 л 0,1 кг 0,1 кг 0,2 кг 0,5 л	720 т/г	1000 кг/ч	3	2
	Ледогенератор Подшипники качения Редуктор привода	Низкотемпературные смазки Molykote G- 4500 FM И-5А	0,5 кг 1,5 л	37,2 т/г	155 кг/сут	1	2
	Эмульсатор Подшипники качения электродвигателя	ЦИАТИМ- 202	0,1 кг	720 т/г	1400 кг/ч	3	2
3	Участок формования фарша						
	Пельменный автомат Цепная передача привода Подшипники качения Редуктор привода Открытые зубчатые передачи Упорный подшипник	Графитная Солидол С И-5А Molykote G-4500 FM Солидол С	0,2 кг 0,4 кг 1,5 л 0,4 кг 0,1 кг	240 т/г	250 кг/ч	4	2
	Льезонирующая машина Подшипники качения Вариатор Сальниковые уплотнения	Molykote G-4500 FM И-12А Компаунд Molykote 111	0,2 кг 1,5 0,05 кг	240 т/г	3000 шт/ч	2	2
	Панировочная машина Приводные цепи Подшипники качения Вариатор Приводные цепи	Molykote G-4500 FM Spray Солидол С И-12А Molykote Food Machinery Spray Oil	0,2 кг 0,1 кг 1,5 л 1,0 л	240 т/г	3000 шт/ч	2	2

1	2	3	4	5	6	7	8					
3	Котлетный автомат	Гидравлические масла <i>Molykote</i> L-1346FM Солидол С <i>Molykote</i> G-4500 FM Spray И-12А <i>Molykote</i> Food Machinery Spray Oil <i>Molykote</i> D-321R	1,0 л	240 т/г	1000 шт/ч	6	2					
	Гидравлическая система											
	Подшипники качения		0,1 кг									
	Пневмосистема		0,02 кг									
	Вариатор		1,5 л									
	Приводные цепи		1,0 л									
	Открытые зубчатые передачи		0,1 кг									
	Фасовочно-упаковочный автомат		<i>Molykote</i> MKL-N в аэрозоле И-5А СКБ-300П Солидол С <i>Molykote</i> G-4500 FM					0,05 кг	720 т/г	600... 1200 кг/ч (0,5... 1 кг)	4	2
	Цепная передача привода											
	Редуктор привода							1,5 л				
Кулачки / подшипники скольжения	0,1 кг											
Подшипники качения	0,1 кг											
Открытые зубчатые передачи	0,2 кг											
4	Участок шоковой заморозки			720 т/г	500 кг/ч	6	2					
	Камера шоковой заморозки спирального типа											
	Подшипники качения		0,1 кг									
	Редуктор привода		1,5 л									
	Подшипники качения		0,6 кг									
	Подшипники качения турбин		0,1 кг									
	Электрошитовое и распределительное оборудование		0,05 кг 0,05 кг									
	Ленточные конвейерные системы		<i>Molykote</i> Separator Spray <i>Molykote</i> G-4500 FM <i>Molykote</i> HSC Plus Dow Corning 7091					0,1 кг	720 т/г	500 кг/ч	6	2
	Ленты / Направляющие											
	Подшипники качения							0,1 кг				
Электрошитовое и распределительное оборудование	0,05 кг 0,05 кг											
5	Участок упаковки			240 т/г	500 кг/ч	3	2					
	Вакуумный термоформовочный аппарат											
	Редуктор привода		И-5А 1,5 л									
	Подшипники качения		Солидол С 0,1 кг									
	Пневмосистема		<i>Molykote</i> G-4500 FM Spray 0,1 кг									
	Линейные направляющие скольжения		<i>Molykote</i> PTFE-N UV 0,1 кг									
	Запаечные губки / матрицы		<i>Molykote</i> L-0610 0,5 кг									
	Вакуумный насос		<i>Molykote</i> HSC Plus 0,05 кг									
	Электрошитовое и распределительное оборудование		Dow Corning 7091 0,05 кг									
	Вертикальный упаковочный аппарат		Солидол С И-5А <i>Molykote</i> G-4500 FM Spray <i>Molykote</i> Longterm W2 <i>Molykote</i> G-4500 FM Spray <i>Molykote</i> Separator Spray <i>Molykote</i> Separator Spray					0,1 кг	240 т/г	500 кг/ч	3	2
Подшипники качения												
Редуктор привода	1,5 л											
Пневмосистема	0,1 кг											
Игольчатые подшипники карданных передач	0,1 кг											
Линейные направляющие скольжения	0,05 кг											
Трубы подачи пленки	0,05 кг											
Запаечные губки	0,05 кг											

Пример решения

Для участка подготовки сырья требуются следующие виды смазки: СКБ-300П в количестве 0,1 кг/ТР, Солидол С в количестве 0,2 кг/ТР, И-5А в количестве 2 л. Количество однотипных единиц оборудования $n = 1$. $M_2 = 720$ т/год = 720000 кг, $M_{max} = 5000$ кг/ч. Количество ТР в год = 2.

Поскольку в год запланировано 2 ТР, следовательно, годовая норма расхода смазки составляет: СКБ-300П – 0,2 кг, Солидол С – 0,4 кг, И-5А – 4 л.

Примерный расчет годовой потребности рассчитывается по формуле:

$$\text{для СКБ-300П: } P = \Phi_2 \cdot H_2 \cdot n / 2000 = 0,017 \text{ кг,}$$

$$\text{для Солидол С: } P = \Phi_2 \cdot H_2 \cdot n / 2000 = 0,034 \text{ кг,}$$

$$\text{для И-5А: } P = \Phi_2 \cdot H_2 \cdot n / 2000 = 0,33 \text{ л.}$$

где H_2 – годовая норма расходов смазки, ед. изм. /год; n – количество одинаковых (однотипных) единиц оборудования; 2000 – средняя годовая норма наработки единицей оборудования, часов; Φ_2 – годовой фонд рабочего времени единицы оборудования, ч;

$$\Phi_2 = 1,15 \cdot M_2 / (M_{\text{маш}} \cdot n) = 165,6 \text{ ч.},$$

где 1,15 – коэффициент учитывающий работу оборудования во время пуска, мойки; M_2 – годовой плановый выпуск продукции (переработки сырья), кг, м³, л; $M_{\text{маш}}$ – паспортная производительность машины, кг/ч, м³/ч, л/ч.

Вопросы для контроля:

1. Масла, используемые в поточных системах смазки.
2. Подбор масла по температуре воспламенения.
3. Подбор масла по температуре застывания.
4. Какие параметры имеют пластичные масла?
5. Какие параметры имеют полужидкие масла?
6. Эффективность работы игольчатой маслёнки.
7. Параметры масла, которые необходимо особенно учитывать при смазке быстроходных легко нагруженных узлов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агеев, Е. В. Техническое обслуживание и ремонт машин в АПК: учеб. пособие / Е. В. Агеев, С. А. Грашков. – Курск: Курский ГАУ, 2019. – ISBN 978-5-907205-85-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/134822> (дата обращения: 23.01.2025).
2. Богуцкий, В. Б. Эксплуатация, обслуживание и диагностика технологических машин: учеб. пособие / В. Б. Богуцкий, Л. Б. Шрон, Э. Э. Ягьяев. – Москва: ИНФРА-М, 2019. – 356 с.
3. Гальперин, Д. М. Технология монтажа, наладки и ремонта оборудования пищевых производств / Д. М. Гальперин, Г. В. Миловидов. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 399 с.
4. ГОСТ Р ИСО 17359-2015. Контроль состояния и диагностика машин.
5. ГОСТ 18322-2016. Система технического обслуживания и ремонта техники.
6. Евсеев, А. В. Диагностика, монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования: учеб. пособие / А. В. Евсеев. – Тула: ТулГУ, 2022. – ISBN 978-5-7679-5048-5. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/264023> (дата обращения: 18.12.2024).
7. Жильцов, С. Н. Восстановление изношенных деталей машин: методические указания / С. Н. Жильцов. – Самара: СамГАУ, 2024. – 72 с.
8. Заплетников, И. Н. Монтаж, эксплуатация, диагностика и ремонт оборудования отрасли. Практикум ч. 1: учеб. пособие / И. Н. Заплетников, В. Н. Кудрявцев, В. А. Парамонова. – Донецк: ДонНУЭТ имени Туган-Барановского, 2017. – 188 с.
9. Монтаж технологического оборудования: учеб. пособие / В. А. Кожухов, Н. Ю. Кожухова, Ю. Д. Алашкевич, И. А. Воронин. – Красноярск: СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2022. – 88 с.
10. Кузнецов, П. Н. Лабораторный практикум по дисциплине «Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования»: учеб. пособие / П. Н. Кузнецов, М. М. Мишин. – Воронеж: Мичуринский ГАУ, 2008. – 152 с.
11. Парамонова, В. А. Монтаж, эксплуатация, диагностика и ремонт оборудования отрасли (механического, теплового). Практикум: учеб. пособие / В. А. Парамонова, В. Н. Кудрявцев. – Донецк: ДонНУЭТ имени Туган-Барановского, 2023. – 218 с.
12. Приказ Минтруда России от 27.11.2020 N 833н «Об утверждении Правил по охране труда при размещении, монтаже, техническом обслуживании и ремонте технологического оборудования» (Зарегистрировано в Минюсте России 11.12.2020 N 61413).
13. Технология ремонта машин / Е. А. Пучин, В. С. Новиков, Н. А. Очковский [и др.]. – Москва: Колос, 2007. – 488 с.
14. Руднев, С. Д. Монтаж, сервис, ремонт, диагностика оборудования: учебное пособие / С. Д. Руднев, А. О. Рензяев. – Кемерово: КемГУ, 2017. – ISBN

979-5-89289-170-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/111863> (дата обращения: 18.12.2024).

15. Руднев, С. Д. Ремонт и монтаж технических систем: учеб. пособие / С. Д. Руднев, А. И. Крикун, В. В. Феоктистова. – Находка: Дальрыбвтуз, 2022. – ISBN 978-5-88871-763-9. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/388877> (дата обращения: 18.12.2024).

16. Ткаленко, Н. С. Основы технической эксплуатации и ремонта Т и ТТМО: учебник / Н. С. Ткаленко, В. А. Шарутина. – Новосибирск: СГУВТ, 2023. – ISBN 978-5-8119-0943-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/369920> (дата обращения: 23.01.2025).

17. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 25.12.2023) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

18. Эксплуатация и обслуживание технологических машин: металлообрабатывающее оборудование: учеб. пособие / В. Б. Богуцкий, Д. Е. Сидоров, Л. Б. Шрон, Э. С. Гордеева. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – ISBN 978-5-507-47608-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/397289> (дата обращения: 09.01.2025).

Локальный электронный методический материал

Дмитрий Борисович Подашев

ОБСЛУЖИВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Редактор С. Кондрашова
Корректор Т. Звада

Уч.-изд. л. 5,0. Печ. л. 4,1.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1