

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Эксплуатация технологического оборудования для переработки
сельскохозяйственного сырья» Б1.В.21**

Направление подготовки 35.03.07 "Технология производства и
переработки сельскохозяйственной продукции"

Профиль подготовки "Хранение и переработка
сельскохозяйственной продукции"

Форма обучения очная

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Конспект лекций	3
1.	Лекция 1 (Л-1) Техническая эксплуатация технологического оборудования	3
1.2	Лекция 2 (Л-2) 2 Технология технического обслуживания	4
1.3	Лекция 3 (Л-3) Диагностика оборудования	10
1.4	Лекция 4 (Л-4) Особенности технического обслуживания основных машин и оборудования	12
1.5	Лекция 5-6 (Л 5-6) Основы надежности машин и оборудования	16
1.6	Лекция 7 Физические основы надежности машин и оборудования	23
1.7	Лекция 8 Анализ эффективности использования оборудования	29
1.8	Лекция 9 Периодичность ремонта оборудования	31
2.	Методические материалы по проведению лабораторных работ	37
2.1	Лабораторная работа 1 (ЛР-1) Эксплуатационные документы	37
2.2	Лабораторная работа 2 (ЛР-2) Смазка отдельных трущихся пар.	41
2.3	Лабораторная работа 3 (ЛР-3) Установка оптимального режима работы зерноочистительных машин и контроль над процессом очистки	44
2.4	Лабораторная работа 4 (ЛР-4) Эксплуатация камнеотделительных машин типа РЗ-БКТ	46
2.5	Лабораторная работа 5 (ЛР-5) Изучение устройства, работы и правил эксплуатации дисковых триеров	48
2.6	Лабораторная работа 6 (ЛР-6) Эксплуатация вальцового станка	49
2.7	Лабораторная работа 7 (ЛР-7) Составление технологических схем сортирования продуктов измельчения зерна в отсевах. Эксплуатация отсевов	50
2.8	Лабораторная работа 8 (ЛР-8) Правила расстановки сит в ситовых машинах	55

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1.1 Лекция № 1 (2 часа)

Тема: Техническая эксплуатация технологического оборудования

1.2 Вопросы лекции:

1. Общие требования безопасности к конструкции и технологическому оборудованию
2. Основные элементы технического обслуживания машин и оборудования
3. Приемка и обкатка машин и оборудования

1. 3. Краткое содержание вопросов

Вопрос 1: Общие требования безопасности к производственному оборудованию установлены ГОСТ 12.2.003-74. В них определены требования к основным элементам конструкции, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

Специфические особенности производственного оборудования учитываются по каждому его виду отдельными стандартами.

Основными из общих требований являются следующие. Производственное оборудование должно быть безопасно при монтаже, эксплуатации и ремонте как отдельно, так и в составе комплексов и технологических схем, а также при транспортировании и хранении. Оно должно быть пожаровзрывобезопасным. Все это рассчитывается на обеспечение безопасности в течение всего срока службы оборудования.

Все виды производственного оборудования должны охранять окружающую среду (воздух, почву, водоемы) от загрязнения выбросами вредных веществ выше установленных норм.

Непременным условием является обеспечение надежности, а также исключение опасности при эксплуатации в пределах, установленных технической документацией. Нарушение надежности может возникнуть в результате воздействия влажности, солнечной радиации, механических колебаний, перепада давлений и температур, агрессивных веществ, ветровых нагрузок, обледенения и т. п.

Материалы, применяемые в конструкции производственного оборудования, не должны быть опасными и вредными. Не допускается использование новых веществ и материалов, не прошедших проверки на пожаробезопасность. Установленные требования к производственному оборудованию обеспечиваются выбором принципов действия, конструктивных схем, безопасных элементов конструкции и т. п.; применением в конструкции средств механизации, автоматизации и дистанционного управления; применением в конструкции средств защиты; выполнением эргономических требований; включением требований безопасности в техническую документацию по монтажу, эксплуатации, ремонту, транспортированию и хранению.

Составные части оборудования должны исключать возможность их случайного повреждения, вызывающего опасность.

Вопрос 2: Применяемая на предприятиях система технического обслуживания и ремонта оборудования (машины, аппараты, трубопроводы, электротехническое и теплотехническое оборудование) при правильной ее организации, высокой квалификации обслуживающего и ремонтного персонала должна обеспечить поддержание оборудования в работоспособном состоянии и предотвращение неожиданного выхода его из строя, аварий и возможного травматизма среди обслуживающего персонала и работников ремонтной службы предприятия. Техническое (межремонтное) обслуживание предусматривает повседневный уход за аппаратами и машинами и сводится к соблюдению правил эксплуатации, организации контроля за состоянием машин и аппаратов. Это обслуживание носит профилактический характер. Правильная организация межремонтного обслуживания повышает

долговечность, предупреждает преждевременный износ деталей, сборочных единиц, сокращает общий объем ремонтных работ при одновременном удлинении сроков между ремонтами.

Вопрос 3: Все машины, механизмы и аппараты, имеющие приводы, после проведенных ревизий до пуска их в работу под нагрузкой должны быть обкатаны на холостом ходу. При работе оборудования на холостом ходу выявляются все неисправности, которые должны быть устранены наладчиками. Не должно быть заеданий, рывков, ненормальных стуков и перегрева.

Продолжительность холостой обкатки после устранения всех дефектов 2-12 ч и зависит от сложности оборудования и других причин. Не следует опробовать оборудование под нагрузкой до устранения всех дефектов, выявленных при холостой обкатке. Только при этом условии можно обеспечить надежную работу оборудования на эксплуатационных режимах под нагрузкой и предупредить возможность возникновения аварий.

При холостой обкатке оборудования необходимо выполнять все мероприятия, предусмотренные правилами безопасности и противопожарной безопасности, особенно в отношении подачи и снятия электрического напряжения и ограждения вращающихся узлов; тщательно смазать все трущиеся и вращающиеся детали машины, убрать все посторонние предметы, инструменты во избежание попадания их в приводы, передачи и рабочие органы машины; проверить машину за шкив или муфту вручную. Необходимость приложения значительного усилия свидетельствует о повышенном трении или неправильном зацеплении, что необходимо устранить.

Кратковременным включением мотора определяют правильность направления вращения вала, в случае неправильного направления вращения вала у электродвигателя переключают две фазы. В отдельных случаях, когда от неправильного направления вращения может произойти авария, необходимо проверить правильность направления вращения вала электродвигателя при разъединенных муфтах или при снятых **ремнях** при клиноременной передаче.

При обкатке оборудования проверяют нагрев подшипников, зубчатых колес, нагрев и правильность работы редукторов, правильноенабегание **ремней** и цепи соответственно на шкивы и звездочки. Контролируют средства крепления (болты, шпонки, шпильки), затяжку крышек подшипников, взаимное положение отдельных узлов и деталей, а также состояние машины на фундаменте (вибрации, колебания).

Первые пробные пуски машин непродолжительны (5-20 мин). По мере устранения дефектов машины обкатывают более продолжительное время в пределах существующих норм.

Результаты испытания оборудования вхолостую, выполняемые пусконаладочной бригадой, оформляют актами за подписью представителя заказчика и руководителя наладочной бригады. Если испытания оборудования вхолостую выполняла монтирующая организация, то акт подписывают представители заказчика, монтажной организации и руководитель наладочной бригады.

2.1 Лекция № 2 (2 часа)

Тема: Технология технического обслуживания

2.2 Вопросы лекции:

- 1.Профилактическая дезинфекция
2. Классификация смазочных материалов
3. Организационные формы технического обслуживания

2. 3. Краткое содержание вопросов

Вопрос 1: При остановке более чем на 2 часа работы машин, непосредственно контактирующих с пищевым сырьем, их сразу же промывают теплой водой для удаления остатков сырья. Технологическое оборудование моют с применением моющих средств ежедневно после окончания работы каждой смены. Мойку технологического оборудования проводят в следующем порядке: разборка, тщательная механическая очистка, промывание теплой водой, обезжиривание и заключительное промывание горячей водой. Очистку, мойку и обезжиривание разборных частей оборудования производят в передвижных ваннах или тележках. Профилактическую дезинфекцию проводят один раз в неделю или чаще - по указанию ветеринарного или санитарного надзора.

Для мойки и обезжиривания используют щелочные растворы:

- мыльно-содовый;
- 1-2 %-ный кальцинированной соды;
- 0,1-2 %-ный каустической соды;
- 0,15-0,3 %-ный препарата каспос;
- состава:
 - 0,15 % кальцинированной соды;
 - 0,075 % едкого натрия;
 - 0,075 % метасиликата натрия;
- состава:
 - 0,3 % метасиликата натрия;
 - 0,5 % кальцинированной соды.

После мойки и обезжиривания щелочные составы омывают с оборудования горячей водой, а оборудование насухо протирают чистыми салфетками или полотенцами и смазывают пищевым жиром. Контроль отмывания осуществляют по фенолфталеину или лакмусовой бумажке,

Неразборные трубопроводы промывают теплой водой от остатков сырья затем, вставив заглушки, наливают на 2-4 часа щелочной раствор (п. 4.2). После обработки щелочью трубы тщательно промывают горячей водой и дезинфицируют в течение 15-20 мин острым паром. Если позволяет диаметр трубопровода для санобработки применяют машину для мойки спусков.

Разборные трубопроводы сначала отмывают от пищевых остатков холодной или теплой водой, затем разбирают и прочищают внутри щетками на длинной ручке и промывают в ванне горячим щелочным раствором (см. п. 4.2). После обработки щелочью трубы тщательно промывают водой и дезинфицируют погружением в раствор, содержащий 0,2 % активного хлора. Разрешается после мойки, обезжиривания и сборки дезинфицировать трубопровод в собранном виде острым паром в течение 15-20 мин.

Линию транспортировки плазмы, сыворотки крови, обезжиренного молока, используемых в качестве белковых обогатителей колбасного фарша, после прекращения подачи не менее чем на 2 часа промывают холодной водой, а затем обезжиривают раствором, содержащим 0,3 % метасиликата натрия и 0,5 % кальцинированной соды; холодную воду, а затем и моющий раствор подают в трубопровод насосом. Циркуляция моющего раствора в линии должна продолжаться не менее 20 мин.

Участки линии, где нельзя обеспечить циркуляцию моющего раствора, заполняют моющим раствором на 4 часа. Использованный моющий раствор спускают в канализацию. Профилактическую дезинфекцию производят острым паром в течение 40 мин., который затем отводят в канализацию или в конденсатор.

Конвейеры (транспортёры) в цехах выработки колбасных изделий, мясных полуфабрикатов мясных и мясорастительных консервов и других мясных продуктов, непосредственно соприкасающиеся в процессе выполнения технологических операций ежедневно, по окончании работы при включенном

электромоторе промывают теплой водой, затем, с помощью щеток промывают и обезжиривают одним из щелочных растворов по п. 4.2. При этом моющим раствором должна быть обработана вся поверхность ленты конвейера. После мойки с обезжириванием ленту конвейера ополаскивают горячей водой и дезинфицируют одним из дезинфицирующих растворов. Дезинфекцию производят путем орошения движущейся ленты конвейера дезинфицирующим раствором путем распыления его на поверхность ленты с помощью соответствующих устройств.

Конвейеры (транспортёры) подающие мясные и мясорастительные консервы от закаточной машины на стерилизацию по окончании работы при включенном электромоторе промывают теплой водой для механического удаления остатков сырья. Затем, конвейер (транспортёр) протирают салфеткой (при включенном электромоторе), обильно смоченной одним из моющих щелочных растворов по п. 4.2 и промывают горячей водой. Не реже одного раза в неделю эти конвейеры после мойки с обезжириванием дезинфицируют одним из растворов по п. 4.2.9 с помощью устройств по п. 1.10.

Волчок - производят разборку съемных деталей машины – вынимают рабочий и питающий шнек, ножи и четырехперые решетки. Загрузочный бункер, рабочий цилиндр и съемные части подвергают механической очистке и мойке. Куттер - в чашу наливают теплой воды и машину включают на 5-10 минут. После отмывания ножей и чаши теплой водой от остатков сырья ее сливают, чашу ополаскивают, заполняют щелочным раствором и включают машину еще на 5-10 минут. После обезжиривания чаши и ножей отработанный щелочной раствор выливают через отверстие в дне чаши, а машину промывают горячей водой. Мешалка - в дежу наливают теплую воду и включают мешалку на несколько минут работы для отмывания остатков фарша, после чего дежу и лопасти обезжиривают щелочным раствором и промывают горячей водой.

Куттер-мешалка. Мойку и обезжиривание куттер-мешалки производят в порядке, указанном в пп. 4.9, 4.10.

Шприц ротационный с эксцентрико-лопастным вытеснителем. По окончании работы разбирают вытеснитель. С этой целью отвинчивают гайки - барашки, снимают крышку, вынимают ротор, разбирают фаршепровод. Очищают от фарша ротор, корпус и фаршепровод. Затем все детали промывают теплой водой, обезжиривают горячим щелочным раствором и смывают остатки щелочного раствора горячей водой.

4.19. Одно- и двухшнековые шприцы непрерывного действия. По окончании работы выключают соединительную муфту и поворачивают корпус шнеков на 90° относительно вертикальной оси, разбирают цевкодержатель и извлекают шнеки из корпуса, снимают бункер и детали, соприкасающиеся с сырьем, очищают от остатков фарша, промывают теплой водой, горячим щелочным раствором смывают остатки раствора горячей водой.

4.20. Линия измельчения и варки субпродуктов ИВС-300. Ежедневно, по окончании работы, при включенных машинах установки открывают паровой вентиль на магистрали подачи пара в центробежную машину АВЖ, а в бункер этой же машины подают горячую воду. Вода с паром, проходя через машины и фаршепроводы установки, очищают рабочие поверхности машин и стенки фаршепроводов.

Перед началом работы на установке санобработку повторяют. Продолжительность санобработки 5 минут.

Вопрос 2: Смазывающие вещества необходимы для смазки, теплопередачи, передачи электроэнергии, защиты от коррозии механизмов и деталей машин, оборудования и инструментов. Для обеспечения безопасности производства пищевых продуктов сочетание, производство и применение смазочных материалов, вступающих в контакт с пищевыми продуктами, регулируется соответствующим законодательством.

Требования к смазочным материалам

Смазочные материалы, применяемые в пищевой промышленности, должны:

« Удовлетворять требованиям пищевого законодательства, быть одобренными на международном уровне

« Быть физиологически инертными, без вкуса и запаха

Кроме того, смазочные материалы должны соответствовать следующим техническим требованиям и, в зависимости от конкретного применения, обладать следующими свойствами и характеристиками:

« Уменьшение трения и износа, защита от коррозии

« Отвод тепла, уплотняющий эффект

« Устойчивость к воде, пару и химическим веществам

« Свойства растворения сахара

« Сочетаемость с резиной и уплотнительными материалами

Подбор смазочных материалов

Если риск попадания смазки в процесс производства пищевых продуктов не может быть устранен, должны использоваться смазочные материалы NSF H1. Смазочные материалы NSF H1 не наносят ущерб здоровью, не имеют вкуса и утверждены на международном уровне.

Во избежание появления лишних рисков, для всех компонентов оборудования пищевой и упаковочной промышленности мы применяем исключительно сертифицированные смазочные материалы NSF H1.

Классификация смазочных материалов:

The NSF (Национальный фонд санитарной защиты) разрабатывает стандарты для обеспечения общественной безопасности и здоровья, а также предоставляет сертификацию продукции и необходимое обучение.

Категория NSF H1:

Смазочные материалы, непреднамеренно вступающие в контакт с пищевыми продуктами; должны соответствовать FDA 21 CFR 178.3570; могут быть использованы в пищевой промышленности, на участках, где происходит периодический контакт с пищевыми продуктами.

Категория NSF H2:

Смазочные материалы, которые не должны соприкасаться с пищевыми продуктами; могут быть использованы в машинах и сопутствующем оборудовании, в которых контакт с пищевыми продуктами исключен.

Категория NSF H3: Пищевые масла

Вопрос 3: В процессе эксплуатации оборудования происходит снижение его работоспособности, точности, производительности. Надлежащий уход за оборудованием и рациональная организация его ремонта – необходимые условия сохранения основных фондов и улучшения экономических показателей их использования. Рациональная организация ремонта оказывает влияние на уровень производительности труда, на качество выпускаемой продукции и ее себестоимость.

Отсутствие профилактического ремонта преждевременно выводит оборудование из строя, вызывает большие производственные потери, нарушает ритм в процессе производства, повышает затраты на ремонт после аварий.

Наиболее эффективной формой организации ремонта оборудования является **система планово-предупредительного ремонта (СППР)**, определившая рациональный подход к обслуживанию и использованию оборудования.

Основные принципы функционирования системы.

а) **Предупредительность**, заключающаяся в том, что после отработки каждой машиной или оборудованием установленного периода времени оно, независимо от технического состояния и физического износа, подвергается определенным видам воздействия (обслуживания, ремонта).

б) **Плановость**, предполагающая осуществление обслуживания (ремонта) по специальному графику с заданными объемами работ в назначенные сроки.

Таким образом, при системе ППР ремонт оборудования носит предупредительный характер. Машины, аппараты, механизмы ремонтируют в определенной последовательности, в заранее установленные сроки, не дожидаясь момента полного выхода из строя.

Система планово-предупредительных ремонтов призвана обеспечить:

- 1) поддержание оборудования в работоспособном состоянии и предотвращение неожиданного выхода его из эксплуатации;
- 2) возможность выполнения ремонтных работ по плану, согласованному с планом производства;
- 3) своевременную подготовку необходимых для ремонта запасных частей и материалов;
- 4) правильную организацию технического обслуживания и ремонта оборудования;
- 5) увеличение коэффициента технического использования оборудования за счет повышения качества ремонта и уменьшения простоя в ремонте.

Основной объем ремонтных работ выполняет служба главного механика – ремонтно-механическая служба (РМС).

Организационная структура РМС определяется в зависимости от объема ремонтных работ, специфики оборудования и его размещения, принятой формы организации ремонта.

При ремонте оборудования выполняются различные виды планово-предупредительных ремонтов.

1) Межремонтное обслуживание предполагает тщательно организованный уход за оборудованием, наблюдение за его состоянием и работой, своевременную регулировку и наладку, устранение мелких неисправностей, т.е. повседневный текущий уход и контроль.

Повседневный текущий уход и надзор за оборудованием включает мероприятия, обеспечивающие содержание оборудования в постоянной эксплуатационной готовности и удлиняющие межремонтный период. Этот вид ремонта осуществляется на основе специальных инструкций, разработанных для каждого вида оборудования, и по заранее составленным графикам.

Текущий уход и надзор за оборудованием выполняется дежурно-ремонтной группой и производственными рабочими, обслуживающими данное оборудование, которые следят за выполнением правил эксплуатации оборудования производственными рабочими, производят наружный осмотр всех видов оборудования, мелкий ремонт без замены деталей и устранение незначительных неполадок.

2) Профилактический осмотр. Осуществляется осмотр оборудования на точность и надежность работы, выявляются неполадки, определяется объем и уточняются сроки предстоящего очередного ремонта, производится промывка быстроизнашивающихся деталей, узлов оборудования и смена масла в смазочных системах.

При таком осмотре главные узлы машины чаще всего разбирают для выявления степени износа отдельных деталей.

Период между осмотрами устанавливается по каждому виду оборудования в зависимости от его состояния и условий эксплуатации и выражается в днях.

При работе предприятия с прерывной рабочей неделей (заводы вторичного виноделия, кондитерские, макаронные фабрики) профилактические осмотры выполняют в нерабочие дни.

При непрерывной работе предприятий периодические осмотры планируются специальными графиками осмотров.

3) Текущий ремонт – это минимальный по объему ремонт, при котором заменой или восстановлением быстроизнашивающихся деталей и регулированием механизмов достигается нормальная работа оборудования до очередного планового ремонта.

4) Капитальный ремонт– наибольший по объему и сложности, требует полной разборки и ремонта базовых деталей, замены изношенных деталей и узлов, восстановление части деталей, проверки их на точность одновременно.

Капитальный ремонт не только полностью восстанавливает оборудование, но и повышает его производительность и точность работы, улучшает условия его обслуживания. Капитальный ремонт может выполняться в производственных цехах, в ремонтных мастерских или на специализированных ремонтных заводах. В период капитального ремонта, если он осуществляется одновременно для всего оборудования цеха, рабочим основного производства предоставляют очередной отпуск, а на предприятиях сезонных отраслей пищевой промышленности рабочие привлекаются к выполнению этого вида ремонта.

При капитальном ремонте машины и агрегаты подвергаются модернизации. *Подмодернизацией оборудования*, находящегося в эксплуатации, следует понимать приведение его в соответствие с требованиями, предъявляемыми к машинам в период выполнения ремонтных работ, путем внесения частичных изменений и усовершенствований в конструкцию с целью повышения эффективности производства.

Таким образом, обеспечение нормального функционирования оборудования при минимальных трудовых и материальных затратах является основной задачей планирования ремонтных работ. Планирование предполагает распределение необходимых ремонтов по времени, определение их периодичности согласно ремонтным нормативам, установление объемов работ.

Затраты на текущий уход и надзор, а также на текущий ремонт оборудования включаются в себестоимость и полностью возмещаются в стоимости реализованной продукции пищевого предприятия.

Стоимость осмотра и текущего ремонта относят на себестоимость продукции (статья «расходы на содержание и эксплуатацию оборудования»), расходы на капитальный ремонт относят к кап.затратам и их финансирование производится за счет амортизационных отчислений или за счет создаваемого на предприятии ремонтного фонда.

Для планирования ремонтных работ используется понятие «ремонтный цикл» и «межремонтный период».

Ремонтный цикл– это период времени между двумя последовательными капитальными ремонтами или время от начала работы оборудования до первого капитального ремонта.

Выражается в годах, днях, часах.

В последнем ремонтном цикле, перед выбытием машины из эксплуатации, капитальный ремонт не производится.

Межремонтный период– время между двумя любыми последовательными одноименными ремонтами.

Сроки выполнения капитального ремонта совпадают со сроками производства одного текущего ремонта, а сроки выполнения каждого текущего ремонта совпадают со сроками выполнения профилактического осмотра. Это положение следует учитывать при расчете числа ремонтов.

Количество и последовательность входящих в него ремонтов и осмотров составляют структуру ремонтного цикла. Степень сложности ремонта агрегата, его ремонтные, конструктивные и технологические особенности могут быть оценены в единицах (категориях) ремонтосложности.

Основанием для определения категорий сложности оборудования служат паспортные технические характеристики.

Категория ремонтной сложности устанавливается для каждой машины и аппарата по показателям, характеризующим сложность капитального ремонта.

Группа ремонтосложности– отношение трудоемкости ремонта данного вида оборудования к трудоемкости капитального ремонта машины-эталона.

Оценка сложности ремонта конкретной машины и всего оборудования производится по отношению к трудоемкости ремонта машины, принятой за эталон. Сложность капитального ремонта этой машины, выраженная в трудоемкости, принимается равной единице.

Первая группа ремонта сложности – это и есть машина- эталон. Для капитального ремонта .

Категория сложности ремонта любой другой машины определяется как отношение трудоемкости ее капитального ремонта к трудоемкости ремонта машины-эталона. Трудоемкость, характеризующая первую категорию сложности, принимается за условную ремонтную единицу, а трудоемкость второй категории сложности – за две единицы и т. д.

При определении себестоимости ремонтных работ в смете затрат ремонтно-механического цеха учитываются следующие статьи:

1) основная и дополнительная заработная плата ремонтных рабочих с отчислениями на социальное страхование;

2) основные и вспомогательные материалы;

3) покупные детали и узлы;

5) амортизация основных фондов;

6) цеховые расходы.

Документом, учитывающим фактически проведенные работы, является дефектная ведомость, в которой содержатся фактические сроки ремонта, фактическая трудоемкость ремонта, перечень и характер дефектов, перечень замененных деталей и узлов, потребность в запчастях. На основе дефектной ведомости производится оплата за ремонт.

Важным условием совершенствования организации ремонта оборудования предприятий пищевой промышленности является централизация и концентрация ремонта на специализированных ремонтных заводах. Такая организация выполнения всех видов ремонта устраняет необходимость иметь на каждом предприятии свои ремонтные мастерские (цехи), позволяет выявлять объемы и характер ремонтных работ всех пищевых предприятий города и создавать на этой основе необходимую материально-производственную базу для высокопроизводительного, технически совершенного выполнения ремонтных работ.

Концентрация ремонта на специализированных заводах создает условия для полного обеспечения предприятий сменными деталями, организации обмена изношенных узлов машин на отремонтированные или новые узлы, значительного сокращения сроков ремонта и повышения эффективности производства за счет сокращения трудовых и материальных затрат на ремонт.

3.1 Лекция № 3 (2 часа)

Тема: Диагностика оборудования

3.2 .Вопросы лекции:

1. Роль и значение диагностики

2. Классификация методов. Периодичность и содержание диагностики

3. Методы оценки технического состояния оборудования.

3.3 Краткое содержание вопросов:

Вопрос 1: Техническая диагностика – отрасль научно-технических знаний, сущность которой составляют теория, методы и средства обнаружения и поиска дефектов объектов технической природы (машины, оборудование). Под дефектом понимают любое несоответствие свойств объекта заданным, требуемым или ожидаемым его свойствам.

Обнаружение и поиск дефектов – процессы определения технического состояния объекта, объединяемые общим термином «диагностирование». Оно направлено на снижение трудоемкости обслуживания машин, эксплуатационных затрат и повышение качества работ. Достигают это своевременным обнаружением и предотвращением отказов, сохранением оптимальных регулировок, сокращением простоев машин и оборудования из-за технических неисправностей. При этом проводят безразборную оценку состояния машин и оборудования, позволяющую давать рекомендации по выполнению определенных ремонтно-технических воздействий или замене сборочных единиц и деталей.

Выполнение только необходимых операций по регулированию и ремонту механизмов сокращает расход запасных частей.

Диагностирование применяют практически при всех видах технического обслуживания и ремонта машин и оборудования. В последнее время диагностирование нашло применение при досборке машин в процессе предпродажного обслуживания, сертификации сервисных работ, техосмотре, оценке стоимости при приобретении и продаже подержанных машин и агрегатов. В связи с повышением конструктивной сложности машин область применения диагностирования значительно расширилась за счет контроля параметров при технологическом регулировании (настройке), а также при автоматизации различных технологических процессов.

Основные задачи диагностирования:

- проверка исправности (работоспособности) машин (оборудования) или их составных частей; поиск дефектов;

- сбор исходных данных для прогнозирования остаточного ресурса составных частей;

- выдача рекомендаций по результатам диагностирования о виде, объеме, месте и сроке ремонтно-обслуживающих работ.

Для каждой диагностируемой машины установлены нормативные показатели исправности (работоспособности) при использовании, техническом обслуживании и ремонте.

Вопрос 2: Различают следующие виды диагностики: функциональную – для оценки технического состояния оборудования по его эффективности; структурную – для выявления неисправных элементов оборудования и установления вида или причины их дефектов; причинную (генетическую) – в связи с возникшим отказом или обнаруженной неисправностью; прогностическую – для предсказания возможного состояния оборудования к определенному периоду времени или приближенного установления ресурса безотказной работы; методическую – для установления рациональных способов устранения неисправности элементов оборудования.

В зависимости от вида, объемов и периодичности выполнений работ диагностирование подразделяют на непрерывное (или ежедневное), общее и поэлементное (или углубленное). Непрерывное диагностирование осуществляют перед началом и в процессе эксплуатации машин и оборудования с помощью встроенных средств контроля (различных приборов, датчиков, указателей и т. п.).

Диагностирование бывает заявочное и ресурсное.

При *заявочном* диагностировании определяют место и, если необходимо, причину и вид дефекта или состояние машины и оборудования в целом. *Ресурсное* диагностирование проводят в период эксплуатации машин и по результатам определяют остаточный ресурс составных частей. Если он достаточен, то продлевают наработку, которая должна быть кратной чередованию видов технического обслуживания. В случае невозможности дальнейшей эксплуатации машины устанавливают вид ремонта. Обычно ресурсное диагностирование проводят перед техническими обслуживаниями и ремонтами машин и оборудования.

Диагностирование ведут на основании технологических карт, где указываются его целевое назначение и трудоемкость, перечень оборудования и приборов, порядок выполнения операций, режим работы машины в процессе проверки, значения контролируемых параметров.

Диагностирование сборочных единиц оборудования состоит из трех этапов: подготовительного, основного и заключительного. На подготовительном этапе проводят очистку, внешний осмотр, отдельные операции технического обслуживания, устанавливают датчики и измерительные приборы, на основном – устанавливают требуемый режим работы оборудования и измеряют параметры его технического состояния в целом или составных частей, на заключительном – сравнивают параметры с допустимыми и делают заключение о необходимости проведения работ, их объеме для поддержания оборудования в работоспособном состоянии, прогнозируют остаточный ресурс элементов и сборочных единиц, снимают датчики и приборы.

При выборе оптимальной последовательности поиска неисправностей основной критерий – минимальная стоимость контрольно-диагностических операций.

Вопрос 3: Для оценки технического состояния оборудования (диагностирования) используют органолептический и инструментальный методы. *Органолептический* относится к методам, проводимым при помощи органов чувств исполнителя по косвенным признакам или с использованием простейших технических средств.

Инструментальный метод осуществляется посредством контрольно-измерительных средств. Их используют для измерения диагностических параметров, которые разделяют на следующие группы: кинематические, геометрические, статические, динамические, тепловые, акустические, электрические и магнитные, механические и молекулярные и др.

Геометрические параметры деталей машин и оборудования кроме линейных размеров включают в себя отклонения расположения и формы, волнистость, шероховатость поверхности и др.

Методы измерения размеров и расположения объектов делят на контактные (механические), бесконтактные (пневматические, оптические, радиометрические, ультразвуковые, электромагнитные), а также смешанные, совмещающие бесконтактный метод с контактным (оптико-механические).

Наиболее распространенный – механический метод контроля геометрических параметров посредством измерения калибрами, концевыми и штриховыми мерами, микрометрическими инструментами и т. д.

При диагностировании перерабатывающего крупногабаритного оборудования часто проверяют прямолинейность, параллельность и перпендикулярность плоскостей.

4.1 Лекция № 4 (2 часа)

Тема: Особенности технического обслуживания основных машин и оборудования

4.2. Вопросы лекции:

1. Эксплуатация транспортного оборудования
2. Эксплуатация оборудования для переработки продукции животноводства
3. Эксплуатация оборудования для переработки продукции растениеводства

4.3 Краткое содержание вопросов

Вопрос 1: Оборудование перерабатывающих отраслей АПК объединено, как правило, последовательно в технологические линии. В этих условиях потери от простоя даже несложного оборудования чрезвычайно велики. Поэтому ремонтно-обслуживающие

работы необходимо проводить не после отказа, а заблаговременно, в планово-предупредительном порядке.

Дезинфекцию водопроводных сетей проводят сразу же после промывки, используя для этого 4...5 %-й раствор хлорной извести или жидкий хлор из расчета 25 г активного хлора на 1 м³ воды в объеме промываемого участка. Раствор вводят через напорный стояк 1 в местах установок пожарных гидрантов. Чистую воду подают в дезинфицируемый участок водопровода до тех пор, пока из отводного стояка 4 с рукавом 5 не будет выливаться вода, сильно пахнущая хлором. После этого задвижки закрывают и обеззараживаемый участок трубопровода на сутки оставляют заполненным хлорной водой. Через сутки воду удаляют и этот участок водопровода вторично промывают до исчезновения в воде хлорного запаха. Таким же образом дезинфицируют последующие участки сети.

При техническом обслуживании технологических трубопроводов мясоперерабатывающих предприятий большой объем работ связан с их очисткой и дезинфекцией.

Очистку трубопроводов проводят по следующей схеме: очистка-мойка водой и (или) растворами – дезинфекция и (или) стерилизация – удаление осадка, который образует моющий раствор.

Оставшийся в трубе вязкопластичный продукт удаляют с помощью пыжа, проталкиваемого сжатым воздухом или водой. Пыж имеет два резиновых диска, соединенных гибким стержнем длиной около 0,15 м. Вместо пыжа можно пользоваться резиновым шаром или цилиндром. Если трубопровод допускает легкую разборку, то продукт удаляют ручными пыжами.

Очистка трубопроводного транспорта состоит из циркуляционной очистки трубопроводов, входящих в состав поточно-механизированных линий, очистки спусков, желобов и отдельных трубопроводов.

Спуски для кускового мяса можно очистить, не демонтируя их. Для этого в спуск вводят резиновый шланг с разбрызгивающим устройством из перфорированной листовой стали. Устройство имеет вид конусов, сложенных основаниями, к одной из вершин конуса прикреплен резиновый шланг (рис. 2.14, а). Сначала по шлангу подают теплую воду под давлением. Затем для стерилизации спуска через это же устройство подают либо воду температурой, близкой к точке кипения, либо пар (можно подавать также стерилизующие растворы).

Указанный способ неприменим для очистки фаршевых спусков, на стенках которых образуется плотный слой жиробелковой массы. В этих случаях рекомендуют использовать способ мойки спусков без демонтажа. Для этого используют переносную электрошлифовальную машину с гибким валом, в которую внесены следующие изменения (рис. 2.14, б): шлифовальный круг заменен моющей головкой, состоящей из трех металлических шайб диаметром по 60 мм, между которыми зажато 12 полосок из прорезиненного ремня сечением 10 х 5 мм и длиной на 10...15 мм больше радиуса спуска; для центровки гибкого вала внутри спуска на вал надето два центрирующих кольца – одно на расстоянии 400 мм от моющей головки, другое – на расстоянии 1400 мм от первого. Для очистки в спуск вводят головку, включают двигатель и пускают воду или моющий раствор. Этот способ позволяет очистить спуски значительно лучше, чем другие. Продолжительность процесса 20 мин. Машину обслуживают два человека.

Для создания необходимого напора, дальности и структуры водовоздушных струй на подводящих трубопроводах моющего раствора и сжатого воздуха работу форсунки регулируют с помощью вентилей и сменных наконечников. Ударное действие водовоздушных струй в 1,5 раза больше действия неаэрированной жидкости. Форсунки с водовоздушными струями позволяют сократить расход моющего раствора до 40 %.

Вопрос 2: При ремонте куттеров ЛБ-ФКБ и ЛБ-ФКМ выполняют общую разборку, которая состоит в снятии со станины тележки, механизма загрузки, выгрузателя и его тарелки, чаши с ножевым валом.

При износе подшипников вала чаши их заменяют на новые. При затуплении серповидных ножей их затачивают.

Износ посадочных мест валов под подшипники устраняют наплавкой с последующей механической обработкой под номинальный размер.

После сборки куттеров проверяют наличие смазки во всех смазываемых точках, натяжение ремней привода ножевого вала и редуктора чаши, возможность их прокручивания. Зазор между защитной крышкой и чашей должен быть 0,1...0,15 мм. Его регулируют специальным упорным винтом, закрепленным в защитной крышке куттера, напротив центрального выступа чаши и двух болтов, установленных на оси вращения крышки. Зазор между ножами и чашей должен быть 1,5...2 мм. Его регулируют перемещением ножа на валу в направлении, перпендикулярном оси вала. Поворот регулировочного винта относительно упора на 1/4 оборота обеспечивает радиальное перемещение ножа на 0,625 мм. Зазор между чашей и тарелкой для выгрузки продукта устанавливают 1...3 мм. Холостую обкатку куттера начинают с прокручивания его валов вручную с помощью клиноременной передачи. Затем обкатывают куттер 3...4 ч с помощью электродвигателя.

После холостой обкатки куттер испытывают на сырье (фарш), которое загружают во вращающуюся чашу. Куттерование проводят 8... 12 мин, причем вначале загрузка чаши должна составлять 60...70 % полной ее вместимости.

Мясорубку (волчок) МП-82 разбирают в следующей последовательности. Откручивают гайку цилиндра, разбирают режущий механизм (сетку и крестовые ножи), затем снимают рабочий и приемный шнеки, задний щиток, клиновый ремень, шкив редуктора, передний щиток, загрузочную чашу, корпус приемного шнека, шкив редуктора, боковой щиток, электродвигатель.

Технология восстановления режущего инструмента рассмотрена ранее. Посадочные места под подшипники, звездочки, шкивы восстанавливают наплавкой с последующей механической обработкой под номинальный размер.

Изношенные пальцы шнеков заменяют на новые. Изношенные винтовые лопасти шнеков восстанавливают наплавкой с последующей обработкой на токарном станке. У шнека МП-7 зазор между шнеком и цилиндром не должен превышать 0,3...0,4 мм.

После сборки волчка проводят ревизию режущего механизма и рабочего шнека. При сборке шейки шнеков и режущего механизма смазывают пищевым жиром.

Затем, прокручивая вал электродвигателя за ремни вручную, контролируют легкость вращения валов. Выявленные дефекты устраняют и проводят испытания кратковременными пусками на холостом ходу. Необходимо избегать излишних холостых ходов при отсутствии в режущем механизме смазки или измельчаемого сырья, так как работа на «сухих» ножах приводит к их преждевременному затуплению. После окончания испытаний под нагрузкой поверхности волчка, соприкасающиеся с перерабатываемым сырьем, стерилизуют кипятком. Затем все эти поверхности (чаша, корпус, рабочий шнек, питательные шнеки, корпус питательных шнеков, ножи и решетки) протирают насухо, просушивают и смазывают тонким слоем несоленого пищевого жира.

Оборудование для сортирования материалов. В процессе ремонта просеивателя А2-ХПВ определяют состояние сита барабана, ножей, подпятников вала барабана, сита и вертикального шнека, сальниковых устройств, узлов центробежного дозатора тарельчатого типа, приводного вала с клиновидными шкивами.

При необходимости ремонтируют валы барабана и шнека, перья шнека. Заменяют вышедшие из строя подшипники, штампованное сито барабана, резиноармированные манжеты, сальниковые уплотнения, клиновидные ремни. После окончательной сборки просеивателя смазывают все точки согласно схеме смазки и опробуют машину на холостом ходу. Затем проверяют зазоры между ножами и ситом барабана и проводят испытание просеивателя под нагрузкой.

Вопрос 3: Перед началом ремонта вальцовый станок тщательно очищают от остатков продукта, подтеков масла, пыли и др. Порядок разборки станка следующий. Снимают верхнюю и нижнюю дверки. Вынимают щетки, оградительные щитки, клапаны, дно питающей коробки. Отсоединяют винт параллельного сближения вальцов от штока поршня гидравлического (или механического) автомата. Ослабляют гайки затяжки амортизаторов, отводят от станка штурвальный механизм и освобождают «яблоко» хвостовика нижней буксы, после чего раскрепляют и снимают штурвальный механизм. Выворачивают горизонтальные стяжные болты, снимают правую и левую верхние вставки, футляр шестеренной передачи вальцов, приводной шкив и зубчатые колеса.

Снимают крышки с корпусов верхних подшипников, ослабляют затяжные втулки, освобождают быстровращающийся валец, убирают роликовые подшипники и вынимают быстровращающийся валец. Раскрепляют и вынимают нижние вставки. Освобождают медленновращающийся валец, раскрепляют и снимают с осей нижние корпуса подшипников, вынимают медленновращающийся валец.

Снимают автомат гидравлического (или механического) привода, раскрепляют и вынимают стопорные кольца и корпуса подшипников питающих валиков, а затем – и сами валики. Раскрепив «хомут», снимают питающую трубу. Убирают датчик и систему рычагов. Выворачивают крепежные винты, снимают секторную заслонку и механизм регулирования питания. Если необходимо, то вынимают привально-отвальный валик.

На трещины станины устанавливают накладки на стопорах или заваривают их. Проводить эту работу можно только при наличии специального разрешения и соблюдении правил техники безопасности. Если трещину устранить невозможно, то станину заменяют.

У штурвального механизма обращают внимание на резьбу тяг и гаек, зубьев храпового колеса и эксцентрикового пальца. При разборке станков могут произойти поломка штурвального механизма и изгиб винта. В этом случае штурвальный механизм заменяют, винт по возможности выправляют. Если зубья храпового колеса и упор значительно изношены, то данный узел заменяют.

При сборке штурвального механизма пружины амортизаторов левого и правого подвижных подшипников затягивают одинаково (высота их в сжатом состоянии должна быть равна 215 мм). Это обеспечивает нормальную работу станка при технологическом давлении между вальцами до 700 кг для каждой пружины.

У гидравлического (механического) автомата чаще всего изнашиваются зубчатые колеса, валики, прокладки, которые следует заменять новыми.

Ремонт датчиков автомата питающего механизма заключается в его очистке от налипшего продукта, замене изношенных перьев или всего датчика. Тщательно очищают (при необходимости заменяют) все шарнирные соединения, добиваясь, чтобы они работали без заеданий. Из верхнего бункера станка удаляют посторонние предметы.

У питающего механизма из-за отсутствия смазывающего материала и перекоса изнашиваются шейки питающих валиков, подшипники, зубчатые колеса, вальцы, вилки и зубья кулачковой муфты. Износ шестерни и привода питающего механизма, засор каналов гидросистемы приводят к отказу в работе механизма включения питания при привале-отвале вальцов. Их восстанавливают или заменяют новыми.

Волокнистые материалы, попадающие в станок вместе с продуктами размола, наматываются на винт регулирования секторной заслонки и шарнирные соединения, что вызывает заклеивание механизма регулирования питания. Причинами нарушения поступления в станок продукта могут стать ослабленные пружины секторной заслонки и перекос щитка.

Изношенные детали (после предварительной очистки питающего механизма) заменяют. В резервуар заливают новую смазку, устраняют все выявленные перекосы, регулируют секторную заслонку и винтовые механизмы. Окончательно питающий механизм настраивают во время работы станка.

Нормальная работа межвальцовой шестеренной передачи станков чаще всего нарушается из-за износа или поломки зубьев шестеренной передачи. Зубья, в свою очередь, выходят из строя, если зубчатые колеса неправильно подобраны, неплотно посажены или перекошены, шпонки ослаблены, смазка отсутствует. Ослабление шпонки приводит к осевому смещению шестерен, которые, упираясь в стенку футляра, изнашивают ее. Изношенные колеса заменяют.

При подборе новых зубчатых колес надо следить за тем, чтобы в прижатом положении вершины зубьев одного из них не упирались в дно впадин другого. Перед закреплением на шпонку колесо прокручивают вручную.

Вальцы с изношенными рифлями необходимо своевременно заменить. Износ определяют органолептически. Изношенные рифли недостаточно измельчают поступающий продукт. В этом случае можно уменьшить межвальцовый зазор, что приводит к увеличению затрат мощности, снижению загрузки и нагреву продукта.

Новые вальцы укладывают в обратной последовательности. При этом прежде всего проверяют качество их обработки. Парно работающие вальцы заменяют одновременно. Вальцы устанавливают в соответствии с заданным вариантом взаиморасположения рифлей. Например, при расположении рифлей «острие по острию» грань острия быстровращающегося устанавливают из станка. При расположении «спинка по спинке» грань спинки быстровращающегося вальца устанавливают внутрь станка, а грань острия медленно вращающегося – из станка.

При замене вальцов следует строго соблюдать требования техники безопасности. Запрещено вынимать или устанавливать вальцы, а также перемещать их без специальных талей, крановых тележек и других приспособлений. Пол на время работы необходимо закрывать листами фанеры (для предохранения от повреждений и загрязнений).

При установке вновь обработанных вальцов надо соблюдать большую осторожность, чтобы не повредить их шейки и обработанную поверхность. Зазор между внутренней деревянной обшивкой станины и торцом вальца с обеих сторон должен быть равен 5 мм.

Для контроля за работой вальцового парка на каждом мукомольном заводе должен быть специальный журнал по учету замены вальцов. В нем регистрируют систему, характеристику вальцов (длина, диаметр, число, уклон, взаиморасположение рифлей, отношение окружных скоростей, дату замены, кто проводил замену).

Перекосы вальцов, их вибрация вызывают срез резьбы крепежных болтов корпусов подшипников, износ шеек вальцов. Изношенные детали заменяют.

При сборке подшипников гайки крепежных втулок специальным ключом затягивают до отказа и укрепляют стопорными шайбами. Наружное кольцо правого подшипника должно быть зажато между корпусом и крышкой бункера, а наружное кольцо левого подшипника – иметь зазор не менее 2 мм. Последний необходим ввиду теплового удлинения вальца во время работы.

Если при пуске станка какой-либо подшипник нагревается, проверяют зазор между наружным кольцом левого подшипника и крышкой. В последнем случае его из подшипника удаляют, корпус промывают керосином и заполняют новой смазкой.

При обнаружении срывов резьбы в корпусах подшипников или станине просверливают отверстия большого диаметра, нарезают новую резьбу и подбирают болты, пробки или другие детали в соответствии с новым диаметром.

После окончания ремонта и проверки качества работы все ограждения устанавливают на место и надежно закрепляют.

5.1 Лекция 5-6 (Л 5-6) Основы надежности машин и оборудования

5.2 Вопросы лекции:

1. Основные понятия и определения теории надежности
2. Классификация отказов, причины возникновения
3. Ремонтопригодность и сохраняемость.

4. Оценочные показатели надежности машин и оборудования:

- показатели безотказности
- показатели долговечности
- показатели сохраняемости.

5.3 Краткое содержание вопросов:

Вопрос1: Под *качеством* продукции понимают совокупность свойств, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением. Совокупность свойств качества продукции оценивают показателями качества. Их подразделяют на показатели назначения, надежности, технологичности, транспортабельности, стандартизации и унификации, безопасности, эргономические, экологические, эстетические и патентно-правовые. Таким образом, надежность – один из основных показателей качества продукции. Без высокой надежности не может быть и продукции высокого качества.

Надежность – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования.

В определении надежности фигурирует термин «объект» – предмет определенного целевого назначения, рассматриваемый в период проектирования, производства, эксплуатации, исследований и испытаний на надежность. В теории надежности под объектом понимают изделия, технические системы и их элементы, машины, агрегаты, сборочные единицы, детали, аппараты, приборы и т.д.

Объект с точки зрения надежности может находиться в одном из следующих состояний: исправном, неисправном, работоспособном, неработоспособном и предельном.

Исправное состояние – состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

Неисправное состояние – состояние объекта, при котором он не удовлетворяет хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

Работоспособное состояние – состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно технической и (или) конструкторской документации.

Неработоспособное состояние – состояние объекта, при котором значение хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

Предельное состояние – состояние объекта, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно либо восстановление его исправного или работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

Переход объекта из исправного состояния в неисправное называют *повреждением*. Повреждение – событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния.

Переход объекта в неработоспособное состояние из работоспособного называют *отказом* – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

Работоспособный объект в отличие от исправного должен удовлетворять лишь тем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации, выполнение которых обеспечивает применение объекта по назначению. Работоспособный объект может быть неисправным, например не удовлетворять эстетическим требованиям, но его внешний вид не влияет на применение по назначению.

Переход объекта в предельное состояние влечет за собой временное или окончательное прекращение применения объекта по назначению (списание). Вид

предельного состояния зависит от конструкции объекта, возможности его ремонта. Все объекты подразделяют на ремонтируемые и неремонтируемые.

Ремонтируемый объект – объект, ремонт которого возможен и предусмотрен нормативно-технической и (или) конструкторской документацией.

Неремонтируемый объект – объект, ремонт которого невозможен или не предусмотрен нормативно-технической, ремонтной и (или) конструкторской документацией.

Большинство изделий машиностроения относят к ремонтируемым объектам. Неремонтируемые объекты – поршневые кольца, фрикционные накладки тормозов и сцеплений, прокладки, манжеты, уплотнительные кольца.

Неремонтируемые объекты могут иметь предельное состояние двух видов. Первый вид совпадает с неработоспособным состоянием. Второй вид связан с тем, что, начиная с некоторого момента времени, применение работоспособного объекта по назначению недопустимо в связи с опасностью или вредностью его использования. Переход неремонтируемого объекта в предельное состояние второго вида происходит раньше возникновения отказа.

Ремонтируемые объекты имеют два вида предельных состояний. При первом виде объект отправляют в ремонт, временно прекращая применение объекта по назначению. При втором виде предельного состояния окончательно прекращают применение объекта по назначению (списывают).

Ремонт – это комплекс операций, предназначенный для восстановления исправности и работоспособности изделий и восстановления технического ресурса изделий и их составных частей.

Наработка – продолжительность или объем работы объекта, измеряемые в часах, моточасах, километрах пробега и др.

Технический ресурс (ресурс) – суммарная наработка объекта от начала его эксплуатации или ее возобновления после капитального ремонта до перехода в предельное состояние.

Переход объекта из неработоспособного состояния в работоспособное происходит с помощью ремонта.

Различают два вида ремонта: капитальный и текущий.

Капитальный ремонт выполняют для восстановления исправности и полного (или близкого к полному) ресурса изделия с заменой или восстановлением любых составных частей, в том числе и базовых.

Текущий ремонт заключается в восстановлении работоспособности машины с заменой или ремонтом отдельных составных частей, исключая базовые элементы.

Восстанавливаемый объект – объект, для которого восстановление работоспособного состояния предусмотрено в нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

Невосстанавливаемый объект – объект, восстановление работоспособного состояния которого не предусмотрено в нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

Надежность включает в себя такие свойства, как безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость. Для каждого объекта характерны все или часть свойств надежности. Так, для объектов, подлежащих длительному хранению, важно свойство сохраняемости.

Безотказность. Это свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки, особенно важно для объектов, отказ которых опасен для жизни людей.

Первостепенное значение безотказность имеет для объектов, отказ которых вызывает перерыв в работе большого комплекса машин.

Вопрос 2: По причине возникновения отказы делят на конструктивные, производственные и эксплуатационные.

Конструктивный отказ — отказ, возникающий в результате несовершенства или нарушения установленных правил и (или) норм конструирования объекта.

Конструктивный отказ возникает в результате несовершенства конструкции объекта: при наличии ошибочных исходных данных для проектирования, ошибок при выборе кинематики механизмов, выполнении прочностных расчетов, неправильном назначении материала детали, технических требований на изготовление отдельных элементов и объектов в целом и т. д.

Производственный отказ – отказ, возникающий в результате несовершенства или нарушения установленного процесса изготовления или ремонта объекта, выполняемого на ремонтном предприятии.

Производственные отказы возникают в результате неправильного назначения технологических процессов изготовления или восстановления деталей и сборки объекта или служат следствием нарушения принятой технологии, а также неудовлетворительного качества материала деталей или наносимых на них покрытий, несовершенства технологических методов обработки деталей, применения недостаточно точных измерительных средств, невыполнения технических требований на изготовление и сборку элементов и объекта в целом.

Эксплуатационный отказ – отказ, возникающий в результате нарушения установленных правил и (или) условий эксплуатации объекта.

Эксплуатационные отказы возникают вследствие использования объектов в условиях, для которых они не были предназначены, нарушения правил эксплуатации (недопустимые перегрузки, невыполнение правил ТО, несвоевременное проведение регулировок, применение не соответствующих требованиям топливно-смазочных материалов, несоблюдение правил транспортирования и хранения).

По характеру проявления отказы подразделяют на внезапные, постепенные и перемежающиеся.

Внезапный отказ – отказ, характеризующийся скачкообразным изменением значений одного или нескольких заданных параметров объекта.

Внезапные отказы возникают вследствие вполне определенных причин (усталостное разрушение деталей, поломка деталей из-за внутренних дефектов или перегрузок, коробление деталей вследствие местных значительных перегревов и т. д.). Однако установить их заранее, как правило, не удастся, и поэтому связанные с этими причинами отказы с точки зрения эксплуатации возникают неожиданно.

Характерные примеры внезапных отказов – аварийные поломки деталей, пробивание прокладки головки блока цилиндров, соскакивание цепей и т. д.

Постепенный отказ возникает в результате постепенного изменения значений одного или нескольких заданных параметров объекта.

Главная причина постепенного отказа – естественное старение и изнашивание (увеличение зазоров, ослабление посадок). К характерным примерам постепенных отказов относят предельный износ деталей и соединений, повышенный расход масла, низкое давление в смазочной системе, снижение мощности и т. д.

Перемежающийся отказ — многократно возникающий самоустраняющийся отказ объекта одного и того же характера. Отказ в этом случае многократно возникает и сам устраняется.

По взаимосвязи отказы подразделяют на независимые и зависимые.

Независимый отказ – отказ объекта, не обусловленный отказом другого объекта.

Зависимый отказ – отказ, обусловленный другими отказами.

Независимый отказ элемента вызывается потерей работоспособности именно этого элемента, а не является следствием потери работоспособности другого элемента технической системы. Например, поломка зубца шестерни масляного насоса компрессора

из-за попадания в насос постороннего предмета относится к независимому отказу. Но отказ насоса может привести к задиру или выплавлению подшипников коленчатого вала, отказ которых относится к зависимому.

По группам сложности отказы подразделяют на три группы.

Отказы первой группы сложности устраняют заменой или ремонтом деталей, расположенных снаружи агрегатов либо сборочных единиц, или же внеочередным проведением операций ежесменного ТО (ЕТО) и периодических ТО (ТО-1 и ТО-2). Как правило, эти отказы устраняют на рабочем месте.

Отказы второй группы сложности устраняют заменой или ремонтом легкодоступных сборочных единиц и агрегатов с раскрытием внутренних полостей основных агрегатов или проведением операций внеочередного ТО-3. Эти отказы можно устранять на рабочем месте, но с участием персонала ремонтной мастерской.

Отказы третьей группы сложности устраняют, разбирая основные агрегаты в стационарных мастерских или в цехе ОГМ.

По способу обнаружения различают явный и скрытый отказы.

Явный отказ – отказ, обнаруживаемый визуально или штатными методами и средствами контроля и диагностирования при подготовке объекта к применению или в процессе его применения по назначению.

Скрытый отказ – отказ, не обнаруживаемый визуально или штатными методами и средствами контроля и диагностирования, но выявляемый при проведении ТО или специальными методами диагностирования.

Вопрос 3: Ремонтопригодность. Это свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения ТО и ремонтов.

Ремонтопригодность – сложное свойство надежности, определяемое назначением объекта и конкретными условиями его эксплуатации и характеризующаяся контролепригодностью, доступностью, легкосъемностью, блочностью, взаимозаменяемостью и восстанавливаемостью.

Контролепригодность – приспособленность объекта к контролю его технического состояния. Данное свойство важно при оценке технического состояния и поиске отказавшего элемента. Свойство контролепригодности особенно важно для сложных машин, у которых более 50 % времени восстановления уходит на определение места и вида отказа.

Доступность – приспособленность объекта к удобному выполнению операций ТО и ремонта с минимальным объемом балластных работ (работы по открытию и закрытию панелей, крышек люков, демонтажу и монтажу установленного рядом оборудования, сборочных единиц и деталей при доступе к обслуживаемым элементам объекта).

Доступность существенно влияет на время и трудовые затраты как при проведении операций ТО, так и при устранении отказов и выполнении ремонтных работ. В понятие «доступность» прежде всего входит удобство работы исполнителя, заключающееся в возможности достать рукой до любой точки в зоне рабочего места, не меняя удобной позы; отчетливой видимости зоны рабочего места; исключении работы на ощупь; надежности инструмента удерживать и захватывать элемент, на который он воздействует.

Легкосъемность – приспособленность агрегата, блока, сборочной единицы к замене с минимальными затратами времени и труда, а также приспособленность конструкции машины к операциям разборки и сборки.

Легкосъемность во многом определяется системой крепления агрегатов, сборочных единиц, элементов, конструкцией разъемов, массой и габаритами съемных элементов. Необходимо, чтобы детали и соединения, подвергающиеся интенсивному изнашиванию и старению, а также элементы с большой частотой отказов были легкосъемными. В конструкциях машин следует более широко применять быстроразъемные соединения вместо обычных болтов.

Блочность – приспособленность конструкции к расчленению на отдельные агрегаты и сборочные единицы.

Взаимозаменяемость – свойство конструкции, агрегата, сборочной единицы, детали и других элементов машин, обеспечивающее возможность их замены при ТО и ремонте без подгоночных работ.

В зависимости от объема подгоночных работ устанавливают соответствующую степень взаимозаменяемости. Чем меньше объем подгоночных работ при замене агрегатов, сборочных единиц и деталей, тем выше степень их взаимозаменяемости, оцениваемой коэффициентом взаимозаменяемости

$$K_v = T_{зам} / (T_{зам} - T_{подг}), \quad (3.1)$$

где $T_{зам}$ – трудоемкость основной работы при замене агрегата, сборочной единицы, детали, чел.-ч; $T_{подг}$ – трудоемкость подгоночных работ, чел.-ч.

Восстанавливаемость – приспособленность конструкции к восстановлению потерянной работоспособности с минимальными затратами труда и средств.

Сложность технологического процесса разборки и сборки машины, наличие базовых поверхностей на деталях, запасов металла у дверей, запасов прочности и жесткости у деталей, обрабатываемых под ремонтные размеры, влияют на восстанавливаемость.

Сохраняемость. Это свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования.

Сохраняемость объекта характеризует его способность противостоять отрицательному влиянию условий хранения и транспортирования объекта на его безотказность, долговечность и ремонтпригодность.

Вследствие воздействия внешней среды на незащищенные составные части машин во время хранения сокращаются сроки их службы, увеличиваются затраты на ремонт.

Например, ресурс резинотехнических изделий снижается даже при хранении в сухих отапливаемых помещениях, так как естественный процесс старения можно только замедлить, предотвратить его полностью нельзя.

Ресурс клиновых ремней уменьшается вследствие снижения механической прочности, модуля упругости и прочности связи между элементами конструкции клиновых ремней. Физико-механические свойства клиновых ремней минимально снижаются при их хранении в сухих отапливаемых помещениях при температуре 18...23 °С и относительной влажности воздуха 55...70 %.

Вопрос 4: В соответствии с ГОСТ 27.002 показатели надежности подразделяют на единичные и комплексные, групповые и индивидуальные.

Единичный показатель надежности – показатель, характеризующий одно из свойств (например, долговечность или безотказность), составляющих надежность объекта.

Комплексный показатель надежности – показатель, характеризующий одновременно несколько свойств (два и более), составляющих надежность объекта.

Для большинства оборудования важны все четыре упомянутых свойства надежности (безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость), которые оценивают в отдельности единичными и в совокупности комплексными показателями надежности. Например, для такого объекта, как электролампа, важен показатель долговечности (единичный показатель) и не представляет интереса показатель ремонтпригодности. Поэтому надежность электролампы оценивают только единичным показателем надежности.

Групповой показатель надежности служит для оценки надежности совокупности изделий данного типа (вида, марки, модели).

Индивидуальный показатель оценивает надежность каждого изделия данного типа.

Показатели безотказности. Номенклатура показателей безотказности включает шесть групповых показателей (вероятность безотказной работы, интенсивность отказов,

параметр потока отказов, средняя наработка до отказа, средняя наработка на отказ, гамма-процентная наработка до отказа).

Вероятность безотказной работы – вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникает.

Вероятность безотказной работы за наработку (время) /

$$P(t) = 1 - n(t)/N, \quad (3.2)$$

где $n(t)$ – число отказавших объектов за наработку (время) t ; N – число объектов совокупности в начале наблюдения.

Интенсивность отказов – условная плотность вероятности возникновения отказа объектов, определяемая при условии, что до рассматриваемого момента времени отказ не возникал.

Интенсивность отказов, отказов/ед. наработки (времени),

$$, \quad (3.3)$$

гд (3.5)

Параметр потока отказов – отношение математического ожидания числа отказов восстанавливаемого объекта за его достаточно малую наработку к значению этой наработки.

Физический смысл параметра потока отказов – скорость появления отказов.

Средняя наработка до отказа – это математическое ожидание наработки объекта до первого отказа.

Средняя наработка до отказа, ед. наработки/отказ,

$$\bar{T}_{01} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i, \quad (3.8)$$

где t_i – наработка i -го объекта до первого отказа.

Средняя наработка на отказ – это среднее значение наработки восстанавливаемых объектов между отказами.

Средняя наработка на отказ, ед. наработки/отказ,

$$\bar{T}_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{H_i}{n_i}, \quad (3.9)$$

где H_i – наработка i -го объекта за время наблюдений; n_i – число отказов i -го объекта за наработку H_i .

Между средней наработкой на отказ и параметром потока отказов существует обратная зависимость

$$\bar{T}_0 = 1/\omega(t). \quad (3.10)$$

Гамма-процентная наработка до отказа – это наработка, в течение которой отказ объекта не возникает с вероятностью γ , выраженной в процентах. Или это такая наработка до отказа, которую имеют и превышают γ процентов машин. Например, если $t_{01}(\gamma=80\%) = 80$ ч, то это значит, что у 80 % машин данной марки наработка до отказа составляет 80 ч и более, а у остальных 20 % – меньше 80 ч.

Показатели долговечности. Долговечность объекта оценивают ресурсом и сроком службы.

Ресурс – наработка объектов от начала его эксплуатации или ее возобновления после капитального ремонта до наступления предельного состояния.

Срок службы – календарная продолжительность от начала эксплуатации объекта или ее возобновления после капитального ремонта до наступления предельного состояния.

Различают ресурсы до первого капитального ремонта (доремонтный ресурс), между капитальными ремонтами (межремонтный ресурс) и до списания (полный ресурс).

Номенклатура показателей долговечности включает четыре групповых (средний ресурс, средний срок службы, гамма-процентный ресурс и гамма-процентный срок службы) показателя.

Средний ресурс и срок службы – математическое ожидание ресурса и срока службы.

Средний ресурс и срок службы вычисляют по формулам

Гамма-процентный ресурс — суммарная наработка, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с вероятностью γ , выраженной в процентах. Или это такая наработка до предельного состояния, которую имеют и превышают γ процентов машин.

Гамма-процентный срок службы – календарная продолжительность эксплуатации, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с вероятностью γ , выраженной в процентах.

Показатели ремонтпригодности. *Среднее время восстановления* – математическое ожидание времени восстановления работоспособного состояния объекта после отказа:

Гамма-процентное время восстановления – время, в течение которого работоспособность объекта будет восстановлена с вероятностью γ , выраженной в процентах.

Вероятность восстановления – вероятность того, что время восстановления работоспособного состояния объекта не превысит заданного.

При расчете показателей ремонтпригодности учитывают лишь оперативное время обнаружения и устранения отказов.

где $\bar{T}_{орг}$ – среднее время простоев по организационным причинам.

Коэффициент технического использования – отношение математического ожидания суммарного времени пребывания объекта неработоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации к математическому ожиданию суммарного времени пребывания объекта в работоспособном состоянии и простоев, обусловленных техническим обслуживанием и ремонтом за тот же период, включая плановое восстановление.

Коэффициент технического использования характеризует долю времени нахождения объекта в рабочем состоянии с учетом простоя на техническом обслуживании, ремонте и устранении отказов.

Коэффициент сохранения эффективности – отношение значения показателя эффективности использования объекта по назначению за определенную продолжительность эксплуатации к номинальному значению этого показателя, вычисленному при условии, что отказы объекта в течение того же периода эксплуатации не возникают.

Из комплексных показателей чаще всего применяют коэффициент готовности и коэффициент технического использования.

6.1 Лекция 7 Физические основы надежности машин и оборудования

6.2 Вопросы лекции:

1. Причины снижения надежности и потери работоспособности оборудования
2. Классификация видов изнашивания.
3. Методы повышения надежности машин и оборудования

6.3 Краткое содержание вопросов:

Вопрос 1: При работе оборудования на него действуют различные факторы, которые можно разделить на три группы: внешние, внутренние, потенциальная энергия. *Внешние* факторы – температура, влага, давление, радиация, коррозионная среда и т.д. *Внутренние* – трение поверхностей деталей, факторы, связанные с рабочим процессом, и др. Фактор *потенциальной энергии* обусловлен наличием внутренних напряжений в

материале деталей, дефектами структуры и др. Все эти факторы обуславливают возникновение причин, приводящих к потере работоспособности оборудования.

Изнашивание рабочих поверхностей деталей представляет собой естественный процесс, обусловленный трением. Этот процесс зависит от многих факторов, его нельзя предотвратить, но можно значительно замедлить с помощью правильного конструирования, изготовления, эксплуатации и ремонта оборудования.

Усталостное и хрупкое разрушения – в основном следствие перегрузок, проявления ударных нагрузок, размораживания и др.

Пластическое деформирование (изгиб, скручивание и пр.) обусловлены также в основном перегрузками, нарушением режимов эксплуатации.

Коррозионное разрушение поверхностей обусловлено протеканием на них реакций взаимодействия металла с окружающей средой. Окружающая среда и большинство перерабатываемых материалов на перерабатывающих предприятиях обладают повышенной коррозионной активностью. Коррозия оборудования приводит не только к потере металла, но и к снижению прочностных и других свойств деталей.

Старение материала – естественный процесс, зависящий от многих факторов, в том числе от условий эксплуатации. В результате старения искажается пространственная геометрия металлических корпусных деталей, резко ухудшаются механические, диэлектрические и другие свойства полимеров и т. д.

Ухудшение специальных свойств и характеристик – снижение упругости рессор и пружин, потеря намагниченности и пр. Это обусловлено действием динамических, тепловых и других нагрузок.

Ослабление креплений приводит к нарушению регулировок, разгерметизации емкостей и т. д.

Другие причины – перегрев, образование нагара и накипи и т. д.

Все эти причины взаимосвязаны, по-разному проявляются при эксплуатации оборудования и приводят к снижению его надежности, потере работоспособности и наступлению предельного состояния.

Одна из основных причин проявления постепенных отказов, потери работоспособности оборудования и наступления его предельного состояния – изнашивание деталей, которое, в свою очередь, является следствием трения. Рассмотрим некоторые сведения из теории трения и изнашивания.

Классификация видов трения. По ГОСТ 23.002 все виды трения классифицируют по трем признакам: по наличию относительного движения – трение покоя и трение движения; по виду относительного движения – трение скольжения и трение качения; по наличию смазочного материала – трение без смазочного материала и трение со смазочным материалом.

Трение *покоя* – трение двух тел при микросмещениях до перехода к относительному движению.

Трение *движения* – трение двух тел, находящихся в относительном движении.

Трение *скольжения* – трение движения, при котором скорости тел в точке касания различны по значению и направлению, или по величине, или по направлению.

Трение *качения* – трение движения двух твердых тел, при котором их скорости в точке касания одинаковы по значению и направлению.

Трение *без смазочного материала* – трение двух тел, при отсутствии на поверхностях трения введенного смазочного материала любого вида.

Трение *со смазочным материалом* – трение двух тел при наличии на поверхностях трения введенного смазочного материала любого вида.

Вопрос 2: Классификация видов изнашивания. Процесс разрушения и отделения материала с поверхности твердого тела и (или) накопления его остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и (или) формы тела, называют *изнашиванием*. Таким образом, изнашивание – это следствие трения.

Износ – это результат изнашивания, который проявляется в изменении размеров, массы или формы детали.

Трение и изнашивание деталей зависят от многих, часто неуправляемых факторов и сопровождаются сложными механическими, физическими, химическими и другими явлениями. Поэтому практически нет достаточно достоверных методов расчета деталей на изнашивание. В зависимости от процессов и явлений, происходящих при трении, все виды изнашивания по ГОСТ 23.002 разделены на три группы: механическое, коррозионно-механическое и изнашивание при действии электрического тока.

Механическое изнашивание – это изнашивание в результате механических воздействий; оно сопровождается чисто механическими явлениями: пластическим деформированием, резанием, царапанием, усталостным разрушением и т. д., т. е. в этом случае нет физических или химических изменений состояния материала.

Механическое изнашивание разделяют на следующие виды. *Абразивное* изнашивание – механическое изнашивание в результате в основном режущего или царапающего действия на деталь твердых (абразивных) частиц, находящихся в свободном или закрепленном, состоянии. Оно имеет наибольшую скорость. Степень агрессивности абразивных частиц по отношению к изнашиваемым поверхностям оценивают коэффициентом твердости

$$K_m = H/H_a, \quad (3.20)$$

где H и H_a – микротвердость соответственно материала детали и абразива.

Профессор М. М. Тененбаум установил критическое значение коэффициента твердости $K_{m,кр} = 0,5 \dots 0,7$. При $K_m < 0,5$ – интенсивное изнашивание, при $K_m > 0,7$ резко возрастает сопротивление материала абразивному изнашиванию.

Гидроабразивное (газоабразивное) изнашивание (рис. 3.3) – абразивное изнашивание в результате действия твердых частиц, взвешенных в жидкости (газе) и перемещающихся относительно изнашиваемого тела. Этому виду изнашивания подвергаются насосы, детали гидросистем и др

Эрозионное изнашивание – механическое изнашивание в результате воздействия потока жидкости (гидроэрозионное изнашивание) или газа (газоэрозионное изнашивание).

Кавитационное изнашивание – гидроэрозионное изнашивание при относительном перемещении жидкости и твердого тела, при котором вблизи поверхности детали в большом количестве возникают и захлопываются пузырьки газа, в результате чего создается местное повышение давления или температуры, разрушающее деталь.

Усталостное изнашивание – механическое изнашивание в результате усталостного разрушения при повторном деформировании микрообъемов материала поверхностного слоя детали. В этом случае происходит перенаклеп в микрообъеме, в результате чего возникают микротрещины и отделяются частицы металла. Этому виду изнашивания подвергаются подшипники качения, зубья шестерен и другие детали. Не стоит путать усталостное изнашивание с усталостным разрушением детали, например поломкой коленчатого вала из-за усталости.

Изнашивание при *заедании* – механическое изнашивание в результате схватывания, глубинного вырывания материала, переноса его с одной поверхности трения на другую и воздействия возникающих неровностей на сопряженную поверхность. Таким образом, в этом случае имеет место механическое воздействие и воздействие молекулярных сил, возникает металлическая связь между поверхностями. Это самый опасный вид изнашивания, возникающий, как правило, при отсутствии на поверхностях трения смазочного материала.

Вторая группа видов изнашивания – коррозионно-механическое. Это изнашивание возникает в результате механического воздействия, сопровождаемого химическим и (или) электрохимическим взаимодействием материала со средой. Оно сопровождается образованием на поверхностях трения пленок оксидов и других соединений и

последующим их механическим разрушением. В этой группе выделяют два вида изнашивания: окислительное и изнашивание при фреттинг-коррозии.

Окислительное изнашивание – коррозионно-механическое изнашивание, при котором основное влияние на процесс имеет химическая реакция материала детали с окисляющей окружающей средой. При этом на поверхностях трения образуется твердая, прочная оксидная пленка, защищающая ее от разрушения. Поэтому скорость этого вида изнашивания минимальна. Главное при этом, чтобы оксидная пленка выдерживала максимальное число циклов нагружения без разрушения. Это один из самых распространенных видов изнашивания.

Изнашивание при *фреттинг-коррозии* – коррозионно-механическое изнашивание соприкасающихся тел при малых колебательных относительных перемещениях. Этот вид изнашивания проявляется в неподвижных соединениях (подшипник–вал, болтовые и заклепочные соединения и др.), шаровых соединениях подвесок и т. д.

Изнашивание при действии электрического тока – электроэрозионное изнашивание – эрозионное изнашивание поверхности в результате воздействия разрядов при прохождении электрического тока. Электрическая искра обладает большой разрушительной силой. Этот вид изнашивания наблюдают при работе электрических машин и аппаратов (коллекторы, контакты и др.).

Вопрос3: Конструктивные методы. Один из важнейших этапов создания высоконадежных объектов – разработка конструкторской документации, на основании которой изготовляют опытные образцы. Обеспечение надежности сложного технического изделия начинается с момента разработки и согласования технического задания. В нем задают количественные показатели надежности, которые должны быть подтверждены результатами испытаний к началу серийного производства изделия.

При разработке эскизного и технического проектов предварительно оценивают надежность объекта, выбирают оптимальный вариант конструкции, создают и испытывают макетный образец и отдельные элементы изделия.

В процессе разработки рабочего проекта уточняют показатели надежности, разрабатывают конструкторскую документацию, изготавливают опытные образцы, составляют программу испытаний, испытывают экспериментальные образцы на надежность, корректируют документацию для подготовки производства.

Основные направления повышения надежности техники при ее конструировании: оптимизация конструктивных схем машин; выбор долговечных материалов деталей и их рациональное сочетание в парах трения; обеспечение требуемой конфигурации деталей и достаточной жесткости и устойчивости к вибрациям базовых деталей машин; обеспечение требуемой герметизации подвижных и неподвижных соединений деталей машин; создание оптимальных условий работы пар трения (нагрузка, скорость) при наименьших потерях на трение; обеспечение оптимальных температурных режимов работы соединений и агрегатов, а также надежных условий смазывания трущихся поверхностей; создание эффективных устройств очистки воздуха, топлива и масел, резервирование отдельных элементов машины и др.

Производственные (технологические) методы. Технологические методы обеспечения надежности определяются прежде всего надежностью самой технологической системы. Цель таких методов – достижение показателей и параметров, заданных конструкторами при проектировании деталей, агрегатов и машин.

К основным технологическим методам относятся следующие.

1. Обеспечение необходимой точности изготовления деталей. С повышением точности изготовления деталей появляется возможность уменьшить зазоры в подвижных соединениях и более жестко регламентировать натяги в неподвижных соединениях, что значительно повышает долговечность таких соединений и машины в целом.

2. Обеспечение оптимального качества рабочих поверхностей. От исходной шероховатости рабочих поверхностей зависит качество посадки как с зазором, так и с

натягом. При значительной шероховатости срезаются микровыступы в процессе запрессовки и ослабевает неподвижная посадка. Повышенная шероховатость также противопоказана для приработки подвижных соединений, так как уменьшается площадь фактического контакта, повышается давление, нарушается режим жидкостной смазки и возникает опасность задиров.

Однако и чрезмерно гладкая поверхность не всегда нужна, так как на ней не удерживается масляная пленка. Поэтому для большинства деталей установлены оптимальные шероховатости поверхности трения.

3. Повышение износостойкости, статической и циклической прочности деталей термической обработкой. При закалке с нагревом ТВЧ усталостная прочность деталей из стали 45 повышается в 2 раза. Все более широкое распространение находит обработка рабочих поверхностей деталей лучом лазера. Обработанные таким образом рабочие поверхности кулачков распределительного вала, гильз цилиндров, шеек валов отличаются повышенной прочностью и износостойкостью. При этом не наблюдается коробления деталей.

4. Упрочнение деталей химико-термической обработкой. Наибольшее распространение для упрочнения деталей техники получили азотирование, цементация, нитроцементация и цианирование. У деталей, упрочненных азотированием, износостойкость в 1,5...4 раза больше, чем у деталей, подвергаемых цементации, повышены коррозионная стойкость и выносливость при циклических нагрузках.

5. Упрочнение деталей поверхностным пластическим деформированием. При поверхностном пластическом деформировании в 1,5...2 раза повышается усталостная прочность деталей, работающих при циклических нагрузках, увеличивается твердость рабочих поверхностей и сопротивляемость их изнашиванию и коррозии, снижается шероховатость поверхности.

6. Нанесение на рабочие поверхности деталей машин износостойких покрытий. При пористом хромировании поршневых колец ресурс колец и гильз цилиндров увеличивается более чем в 2 раза, при хромировании стержней клапанов ресурс пары втулка–клапан повышается в 1,5...1,8 раза. После наплавки на тарелку клапана сплава ЭП-616А ресурс клапана увеличивается в 4... 10 раз.

7. Другие методы повышения долговечности деталей: термомеханическое упрочнение; применение кованных заготовок и профилей; изготовление зубчатых колес и шлицевых валов методом обкатывания; установка втулок, колец и вставок из износостойких материалов; проведение искусственного старения чугуновых деталей (блоки цилиндров, головки цилиндров, корпуса коробок передач); статическая и динамическая балансировка деталей и сборочных единиц; повышение точности сборки и качества окраски агрегатов и машин в целом; контроль качества.

Основные направления повышения надежности отремонтированных машин следующие.

1. Проведение предремонтного диагностирования для определения необходимых воздействий и разборки соответствующих агрегатов машин. При этом прогнозируют техническое состояние и показатели надежности машин.

2. Выполнение разборочных работ без повреждения деталей и разукомплектовки соответствующих пар. Для исключения повреждения деталей при разборке следует использовать съемники, прессы, стенды и другие средства механизации. Наибольшее распространение получили винтовые и гидравлические съемники. При демонтаже подшипников качения нельзя передавать усилие на кольца через тела качения.

3. Выполнение на ремонтных предприятиях качественной очистки машин, агрегатов и деталей от различных загрязнений. Удаление накали, нагара, асфальтосмолистых и других загрязнений отличается определенными трудностями и требует использования современного оборудования (например, ультразвукового), новых моющих средств, обеспечения соответствующих режимов очистки.

4. Контроль и дефектация деталей. На ремонтных предприятиях следует расширить номенклатуру деталей, подвергаемых сплошному контролю. Наряду с универсальными измерительными инструментами (микрометрами, индикаторами) следует широко использовать предельные (пробки, калибры, скобы) инструменты и средства пневматического контроля, обеспечивающие повышение точности измерений до 0,01...0,001 мм.

Блоки цилиндров, корпуса редукторов и другие базисные детали требуют сплошного контроля не только размеров, но и геометрии их рабочих поверхностей и точности их взаимного расположения, так как во время эксплуатации у этих деталей в результате старения материала, изнашивания, воздействия различных нагрузок и перераспределения внутренних напряжений изменяются размеры, геометрическая форма и взаимное расположение рабочих поверхностей.

5. Применение при восстановлении деталей упрочняющих технологий. Например, применение упрочняющей наплавки для восстановления крестовых ножей позволяет не только в 3...4 раза повысить их долговечность, но и на 20...25 % увеличить производительность волчка. Диффузионное хромирование или борирование повышает износостойкость инструментов, например ножей валиков – в 4...5 раз, решеток – в 11...12 раз.

6. Динамическая балансировка коленчатых и карданных валов, сцепления, колес и других деталей и сборочных единиц.

7. Обеспечение регламентированных зазоров и натягов в соединениях, усилий затяжки резьбовых соединений и других требований при сборке агрегатов и машин.

8. Обеспечение хорошей герметизации агрегатов и сборочных единиц. Для этого заменяют прокладки и сальниковые уплотнения, устраняют коробление плоскостей разъемов деталей, восстанавливают резьбовые соединения, используют новые прокладочные материалы типа жидкой прокладки и др.

9. Внедрение стендовой обкатки и испытаний агрегатов и машин.

10. Повышение качества окраски ремонтируемых машин за счет лучшей подготовки окрашиваемых поверхностей, применения эффективных грунтов и эмалей, окраски отдельно агрегатов и машин в сборе, внедрения прогрессивных методов окраски гидродинамическим распылением, в электростатическом поле и др.

Эксплуатационные методы. Условия эксплуатации машин существенно влияют на показатели их надежности. Для обеспечения высоких показателей долговечности и безотказности машин при эксплуатации необходимо проведение следующих мероприятий.

1. Качественная обкатка новых и отремонтированных машин. Ее необходимо проводить в соответствии с рекомендацией заводов-изготовителей или ремонтных предприятий.

2. Организация технического обслуживания и создание для его проведения необходимой материальной базы.

3. Проведение периодических осмотров машин и оборудования.

4. Соблюдение режимов работы машин. Наиболее высокие удельные нагрузки на детали, плохие условия их смазывания наблюдаются при пусках и включении. Износ во время пуска двигателя при температуре -18 °С приравнивают к износу за 210 км пробега автомобиля.

5. Соблюдение рекомендаций заводов-изготовителей по применению топлива, масла и смазочных материалов. Применяемое топливо влияет на процесс сгорания, условия смазывания поверхностей трения, интенсивность нагарообразования и изнашивания.

Еще большее влияние на износ деталей и долговечность машин оказывают смазочные материалы.

6. Контроль и обеспечение достаточной герметизации агрегатов и механизмов машин. Во время эксплуатации машин герметизация нарушается вследствие ослабления крепления крышек, низкого качества прокладочных материалов, коробления плоскостей

разъемов корпусных деталей, износа уплотнительных устройств. Так как во внутренние полости агрегатов из окружающей среды засасывается воздух, содержащий абразивные частицы, то герметизации следует уделять особое внимание.

7. Соблюдение установленных правил хранения машин и оборудования. Высокая сохранность техники обеспечивается при наличии специальных помещений, использовании различных подставок и прокладок, своевременной очистке машин от технологических загрязнений, нанесении защитных смазок, своевременном восстановлении лакокрасочных покрытий, снятии и хранении в закрытых помещениях электрооборудования, приборов и т. д.

8. Повышение уровня квалификации рабочих и организации выполнения работ и инженерной службы предприятия.

7.1 Лекция 8 Анализ эффективности использования оборудования

7.2 Вопросы лекции:

1. Организационные формы и показатели использования оборудования
2. Разработка графика загрузки оборудования
3. Технологический процесс ремонта оборудования

7.3. Краткое содержание вопросов:

Вопрос 1: Различают следующие формы использования машин и оборудования: индивидуальное и совместное. Наибольшее распространение на перерабатывающих предприятиях нашло индивидуальное использование оборудования. Индивидуальное владение оборудованием не исключает возможности совместного их использования другим товаропроизводителем.

Организационную форму совместного владения техникой применяют при использовании мобильной техники. В последние годы созданы пункты проката техники.

Для анализа использования оборудования применяют ряд показателей. Эффективность использования оборудования перерабатывающих предприятий зависит от множества факторов, которые можно разделить на три группы: сырьевые, организационно-технические и организационно-экономические.

Среди сырьевых факторов важнейшими являются объем сырьевых ресурсов и равномерность их поступления в течение года. Чем равномернее поступает сырье, тем интенсивнее труд, а следовательно, и уровень использования оборудования.

К организационно-техническим факторам относят внедрение прогрессивных и рациональных способов убоя и переработки всех видов сырья, комплексную механизацию и автоматизацию производственных процессов, внедрение новых, прогрессивных методов интенсификации процессов производства, совершенствование технологических процессов на всех стадиях производства, механизацию погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ.

Уровень использования оборудования характеризуется большим комплексом общих и частных показателей.

К числу показателей экстенсивного использования, характеризующих уровень использования оборудования по времени работы и его число в парке, относятся коэффициенты использования календарного, номинального, расчетного, планового (действительного) фонда времени; сменности работы оборудования; внутрисменного использования оборудования; общего машинного времени; полного использования оборудования; использования парка оборудования; фактического использования установленного оборудования и др.

Коэффициенты интенсивного использования оборудования по производительности в единицу времени: интенсивности загрузки оборудования; использования мощности машины; оборудования по производительности в стоимостном выражении и др.

Показатели экстенсивного и интенсивного использования оборудования отражают различные стороны его загрузки. Общим показателем, характеризующим уровень использования оборудования, является коэффициент загрузки машин и оборудования.

Вопрос 2: График загрузки оборудования перерабатывающего предприятия составляют для уточнения и проверки правильности выбора основного технологического оборудования, установления очередности включения и продолжительности работы машин, а также для определения почасового расхода электроэнергии, пара, горячей и холодной воды. Основой для составления такого графика являются технологические процессы предприятия. Каждой операции этих процессов должна соответствовать работа машин и оборудования, число и марка которых определены при расчете и подборе технологического оборудования.

График работы оборудования предприятия выполняют на миллиметровой или чертежной бумаге в виде таблицы, имеющей восемь граф.

В первой графе записывают наименование машин и оборудования в строгом соответствии с принятой технологией производства данного вида продукции. Во второй и третьей графах приводят сведения о марке (типе) оборудования и его часовой производительности (вместимости). В четвертой графе указывают число машин и оборудования; в пятой – сменную или суточную производительность оборудования. Последние три графы (шестая, седьмая и восьмая) обозначают смены, их разбивают на соответствующее число часов работы в каждой смене. В этих графах с помощью условных знаков и линий отражают время работы оборудования при выполнении основных и подготовительно-заключительных операций. Обычно отдельно показывают наполнение и опорожнение резервуаров или других емкостей машин, их очистку, разборку и сборку.

Технологическое время работы оборудования рассчитывают на основании паспортной производительности машин, продолжительности смены и коэффициента использования.

Очередность включения, работы и выключения машин и оборудования должна полностью соответствовать очередности операций технологического процесса предприятия.

Зная методику построения графика технологических процессов и графика работы оборудования, можно разработать их совмещенный график. Особенность совмещенного графика технологических процессов и работы технологического оборудования – показ одновременно и операции технологического процесса, и работы машин и оборудования по каждой операции технологического процесса в течение смены.

Технологические операции в совмещенном графике показывают в виде линий с указанием интенсивности обработки и переработки, например молока. Работу оборудования показывают условными обозначениями: наполнение, опорожнение, разборка, очистка и сборка машин и аппаратов.

Вопрос 3: Снижение затрат на эксплуатацию оборудования, улучшение качества ремонта имеют огромное значение для перерабатывающих предприятий. Поэтому первостепенная задача – анализ использования оборудования и повышения его эффективности. Без качественного и систематического анализа работы оборудования невозможно объективно выявить имеющиеся резервы по улучшению работы всех видов оборудования. Для этого на предприятии анализируют:

состояние использования машин и оборудования (возрастной состав оборудования, сменность работы оборудования, простои оборудования в ремонте, фондоотдача и др.);

состояние базы ремонтного производства (количество и возраст установленного оборудования, размер производственной площади для ремонта оборудования, коэффициент сменности работы оборудования, степень механизации ремонтных работ);

материальные затраты, трудовые и финансовые ресурсы на ремонт машин и оборудования (затраты по видам ремонта, затраты на восстановление и изготовление

деталей и отдельных узлов оборудования, численность рабочих ремонтного производства, удельный вес ремонтных рабочих в общей численности рабочих предприятия);

состояние организации производства ремонтных работ (степень централизации выполнения ремонтных работ, работ по изготовлению и восстановлению деталей, число ремонтов по их видам и др.);

состояние управления ремонтным производством (структура управления, численность управленческого персонала, взаимосвязь подразделений ремонтного производства с другими подразделениями, наличие оргтехники и средств механизации управленческого труда ремонтного производства и др.).

При анализе оборудования и ремонтной базы предприятия используют материалы отдела главного механика, планового отдела, бухгалтерии, отдела организации труда и заработной платы; годовые отчеты, материалы единовременных обследований использования машин и оборудования по каждому предприятию, материалы оперативной и статистической отчетности об использовании оборудования, его эксплуатационную характеристику.

В процессе анализа использования оборудования определяют:

объем ремонтных работ, разрабатывают мероприятия, обеспечивающие повышение качества ремонта;

срок работы оборудования, находящегося в эксплуатации;

долю машин и оборудования, находящихся в эксплуатации; сменность работы оборудования в каждую смену;

интенсивное использование машин и оборудования;

потери времени работы (простой) машин и оборудования;

эффективность использования машин и оборудования (фондоотдача);

число отремонтированных машин и оборудования по видам ремонта;

затраты на содержание и ремонт машин и оборудования;

удельные затраты на содержание и ремонт оборудования на 1000 руб. их балансовой стоимости;

долю затрат на содержание и ремонт всего оборудования, % себестоимости выпускаемой продукции.

Полученные фактические показатели использования оборудования сравнивают с плановыми и аналогичными показателями за предшествующий период, устанавливают эффективность использования и ремонта оборудования на перерабатывающем предприятии.

8.1 Лекция 9 Периодичность ремонта оборудования

8.2 Вопросы лекции:

1. Виды и методы ремонта оборудования.

2. Периодичность ремонта оборудования.

3. Определение объема ремонтных работ

8.3 Краткое содержание вопросов:

Вопрос 1: На перерабатывающих предприятиях агропромышленного комплекса применяют централизованный и смешанный методы организации выполнения ремонтно-обслуживающих работ, применяя следующие технологические методы их проведения: индивидуальный, узловой, последовательно-узловой и агрегатный.

Централизованный метод предусматривает проведение всех видов ремонтно-обслуживающих работ ремонтно-механическим цехом предприятия (РМЦ), в том числе капитальный ремонт наиболее сложных машин. РМЦ также производит модернизацию и монтаж оборудования, изготавливает запасные части, несложные механизмы и изделия, инструмент и приспособления. В состав РМЦ входят следующие отделения: слесарное,

станочное, кузнечно-котельное, сварочное, инструментальное, а также отделения, специализирующиеся по восстановлению и упрочнению быстроизнашивающихся деталей.

Смешанный метод предусматривает проведение отдельных видов ремонтно-обслуживающих работ (межремонтное обслуживание, профилактические осмотры, текущий ремонт) ремонтными рабочими производственного цеха. В крупных промышленных цехах для проведения работ организуют цеховые ремонтные бригады. Их оснащают необходимым оборудованием для производства слесарных, сварочных и монтажных работ.

Средний и капитальный ремонты при смешанном методе проводит РМЦ.

Индивидуальный метод заключается в том, что детали и узлы после снятия оборудования (агрегата) ремонтируют и затем опять устанавливают на то же оборудование (агрегат). Недостатки индивидуального метода: повышенный простой оборудования в ремонте, высокая себестоимость ремонта, ограниченная возможность механизации ремонтных работ, потребность в ремонтных рабочих высокой квалификации. Применяют его главным образом при ремонте оборудования, имеющегося на предприятии в небольшом количестве.

Узловой метод предусматривает замену требующих ремонта узлов оборудования (агрегата) ранее отремонтированными, приобретенными или изготовленными узлами. Снятые неисправные узлы ремонтируют и хранят как запасные. Метод широко применяют при ремонте однотипного оборудования, имеющегося в больших количествах на предприятии. Преимущества метода: сокращение простоя оборудования в ремонте, возможности проведения ремонта во время технологических остановок оборудования, нерабочих смен и выходных.

Последовательно-узловой метод предусматривает ремонт и замену узлов оборудования (агрегата) поэтапно, не всех сразу, а в зависимости от их технического состояния.

Агрегатный метод заключается в замене машины (агрегата) ранее отремонтированной машиной (агрегатом) той же марки. Демонтированную машину (агрегат) отправляют в ремонтно-механический цех для ремонта. При таком методе необходимо иметь обменный фонд оборудования. Метод рекомендуют применять на крупных предприятиях при капитальном ремонте малогабаритного оборудования, требующего небольших затрат при демонтаже, монтаже, транспортировке. Преимущества метода: сокращение времени простоя в ремонте, возможность высокой степени механизации ремонтных работ, снижение стоимости ремонта.

При организации работ по планово-предупредительному ремонту (ППР) оборудования предусматривают наличие технической документации: карточки машины, журнала приемки-сдачи оборудования цеха, ведомости дефектов оборудования, альбомы чертежей быстроизнашивающихся деталей.

Карточка машины является дополнением к паспорту и инструкции по эксплуатации оборудования. Ее составляет главный механик предприятия при приемке смонтированного оборудования в эксплуатацию. В карточку записывают все основные параметры машины, делают отметки о проведенных ремонтах. Оформляют карточку в виде папки, в которой содержат паспорт и инструкцию по эксплуатации, акт приемки машины в эксплуатацию, акты о проведенных ремонтах, авариях и другие документы.

В журнал приемки-сдачи оборудования цеха записывают замеченные неисправности в работе машины за каждую смену и дают рекомендации по их устранению при очередном осмотре или ремонте. Данные журнала используют при составлении ведомости дефектов.

Ведомость дефектов составляют перед средним и капитальным ремонтами. Она необходима для определения объема ремонтных работ и своевременного обеспечения запасными частями и материалами. В ведомости указывают дефекты или износы деталей. При дефектации удобно использовать типовые ведомости дефектов, в которые внесены все изнашиваемые детали машины и определены их возможные дефекты, дано краткое

описание работ при ремонте. При недостатке информации в такой ведомости делают соответствующую дополнительную запись.

Альбомы чертежей быстроизнашивающихся деталей выпускают предприятия-изготовители оборудования. Они содержат чертежи общих видов сборочных единиц и деталей, спецификацию быстроизнашивающихся деталей, ремонтные чертежи деталей.

Вопрос 2: Важнейший параметр в системе планово-предупредительного ремонта технологического оборудования – ремонтный цикл.

Ремонтный цикл – период работы оборудования между двумя плановыми капитальными ремонтами, а для нового оборудования – период работы от начала ввода его в эксплуатацию до первого капитального ремонта. Это связано с тем, что при капитальном ремонте восстанавливают не только работоспособность оборудования, но и его ресурс.

Чередование профилактических осмотров и ремонтов в течение ремонтного цикла (структура ремонтного цикла) зависит от конструктивных особенностей оборудования и определяется разрядом ремонтного цикла (РЦ).

Периодичность проведения ремонтов и осмотров в ремонтном цикле связана с межремонтным и межосмотровым периодами.

Межремонтный период – период работы оборудования между двумя очередными плановыми ремонтами.

Межосмотровый период – период работы оборудования между двумя очередными осмотрами или между осмотром и плановым ремонтом.

Продолжительность, мес, межремонтных периодов

$$P_{mr} = \frac{P_{rc}}{\sum C + \sum T + 1}, \quad (5.2)$$

где P_{rc} – ремонтный цикл, мес; C и T – число средних и текущих ремонтов в ремонтном цикле.

Продолжительность межосмотровых периодов, мес,

$$P_{mo} = \frac{P_{rc}}{\sum C + \sum T + \sum O + 1}, \quad (5.3)$$

или

$$P_{mo} = \frac{P_{mr}}{\sum O_1 + 1}, \quad (5.4)$$

где $\sum O$ – число осмотров в ремонтном цикле; $\sum O_1$ – число осмотров в межремонтном периоде.

Продолжительность ремонтного цикла и межремонтных периодов устанавливают по данным эффективного фонда времени работы оборудования и срокам износа сменных деталей. Эффективный фонд времени работы оборудования в год с учетом простоя его в ремонте принят при работе в одну смену 2 тыс. ч, в две – 4 тыс. ч. Сроки износа сменных деталей устанавливают исходя из опыта эксплуатации оборудования, принимая за основу фактически отработанное машиной (агрегатом) время или количество переработанного сырья.

Исправность и работоспособность машин, оборудования и приборов предприятий перерабатывающих отраслей АПК обеспечивают следующие производства и предприятия:

цехи и участки отделов главного механика и энергетика предприятий-пользователей машин, оборудования и приборов;

районные (межрайонные) ремонтно-технические предприятия (РТП);

областные и межобластные специализированные предприятия по капитальному ремонту машин и их составных частей, в том числе по централизованному восстановлению изношенных деталей;

монтажные пусконаладочные ремонтно-обслуживающие специализированные предприятия типа ПМК;

областные (краевые) сервисные ремонтно-обслуживающие объединения, называемые техническими центрами ремонта и обслуживания предприятий перерабатывающих отраслей АПК;

региональные технические центры для фирменного ремонта и технического обслуживания.

На каждом перерабатывающем предприятии организуют службу (отдел) главного механика, которая контролирует техническое состояние оборудования и инженерных коммуникаций, учитывает оборудование и его своевременное обновление, эксплуатацию оборудования, составление годовых, квартальных и месячных планов и графиков ППР технологического и подъемно-транспортного оборудования, обеспечение их выполнения, составление дефектных ведомостей и смет на капитальный ремонт оборудования, техническое состояние зданий и сооружений и проведение при необходимости их ремонта, реконструкции и расширения, обеспечение бесперебойного снабжения предприятия холодной и горячей водой, паром, холодом, сжатым воздухом и др.; паспортизацию оборудования, зданий и сооружений, участие в мероприятиях по реконструкции, расширению и техническому перевооружению предприятий; составление графиков и проведение периодических испытаний грузоподъемных средств, аппаратов и сосудов, работающих под давлением; составление заявок на приобретение оборудования, запасных частей, инструментов и материалов; изготовление запасных частей в мастерских предприятия.

На предприятиях большой мощности в функции отдела главного механика вопросы ремонта зданий и сооружений и энергетического оборудования не входят. Они включены соответственно в функции отделов капитального строительства (реализуются через ремонтно-строительный цех) и службу главного энергетика (реализуются через ремонтно-механические мастерские предприятия). Основное назначение ремонтно-механических мастерских (РММ) – проведение капитального и среднего ремонтов технологического, холодильного, теплотехнического, санитарно-технического оборудования, инженерных коммуникаций, электрооборудования, а также модернизация, восстановление изношенных и изготовление новых деталей машин и аппаратов.

В состав РММ многих перерабатывающих предприятий входят следующие отделения: станочное, слесарное, кузнечно-сварочное, электроремонтное, ремонтно-строительное, лаборатория средств измерения и автоматизации и кладовые. Техническое оснащение отделений зависит объема выполняемых работ.

Вопрос 3: При определении трудоемкости ремонтно-обслуживающих работ на перерабатывающих предприятиях используют категорию сложности ремонта оборудования.

В зависимости от степени сложности машины (агрегата) и ее ремонтных особенностей ей присваивают категорию сложности ремонта, которая представляет собой отношение трудоемкости капитального ремонта данной машины и трудоемкости капитального ремонта одной условной ремонтной единицы:

$$R = t_{кр} / T, \quad (5.5)$$

где R – категория сложности ремонта; $t_{кр}$ – трудоемкость капитального ремонта машины, ч; T – трудоемкость капитального ремонта одной условной ремонтной единицы, ч.

За условную ремонтную единицу принимают условный объект с установленной трудоемкостью капитального ремонта, обычно 35 ч.

Между трудоемкостями капитального (T_K), среднего (T_C), текущего (T_m) ремонтов и профилактического осмотра (T_o) имеется следующее соотношение:

$$T_K : T_C : T_m : T_o = 1 : 0,6 : 0,2 : 0,03. \quad (5.6)$$

Исходя из этого трудоемкость конкретного ремонта или осмотра машины (агрегата)

$$T_i = KR_i T, \quad (5.7)$$

где K – коэффициент, соответствующий виду ремонта или осмотра [из выражения (5.6)].

Важное значение для реализации системы планово-предупредительного ремонта оборудования имеет правильное и своевременное составление графиков ремонта оборудования. Их составляют отдельно по видам ремонта или на все виды ремонта, запланированные на год. Оформляют графики на перерабатывающих предприятиях по-разному.

Для лучшей организации ремонтных работ и контроля за их ходом составляют оперативные графики как на каждый агрегат, так и на все оборудование цеха.

При разработке таких графиков необходимо учитывать структуру ремонтного цикла, требования производства (сезонность), равномерность распределения объема ремонта по месяцам. На основании графиков планируют ремонтные работы, определяют общую трудоемкость работ и потребность в рабочих-ремонтниках.

Графики осмотров и ремонтов оборудования согласовывают с руководителями производственных цехов. Их утверждает главный инженер предприятия.

Общую годовую трудоемкость ремонтно-обслуживающих работ определяют суммированием трудоемкостей осмотров и ремонтов оборудования, планируемых по графику в течение года.

При проведении ремонтно-обслуживающих работ в технологический процесс включают слесарные, станочные и прочие (сварочные, электроремонтные, жестяничные, малярные и др.) работы. Их трудоемкость ориентировочно можно определить исходя из процентного отношения от общей трудоемкости работ, %: слесарные работы – 67...72, станочные – 18...23 и прочие – 5...10 %.

Режим работы ремонтной службы (ремонтного подразделения) перерабатывающего предприятия или предприятий по ремонту оборудования обуславливается продолжительностью рабочей смены в часах, устанавливаемой в соответствии с трудовым законодательством и характером производства: числом смен, количеством рабочих дней в неделю.

Исходя из принятого режима работы, можно определить годовые и месячные фонды времени предприятия в целом, цеха, мастерской, оборудования или рабочего.

Фондом времени называют время, в течение которого могут работать предприятие, цех, мастерская, оборудование, рабочий.

Различают номинальный и действительный фонды времени рабочего за планируемый период. Номинальный фонд времени рабочего при пятидневной неделе

$$\Phi_{np} = (d_k - d_v - d_n) t_{cm} - d_{nn}, \quad (5.8)$$

где d_k, d_v и d_n – соответственно число календарных, выходных и праздничных дней; t_{cm} – продолжительность смены, ч; d_{nn} – число предпраздничных дней.

При шестидневной рабочей неделе

$$\Phi_{np} = (d_k - d_v - d_{nn}) t_{cm} - (2d_{nv} + d_{nn}), \quad (5.9)$$

где d_{nv} – число предвыходных дней, продолжительность смены которых сокращена на 2 ч.

Номинальный фонд времени оборудования (предприятия, цеха, мастерской) равен номинальному фонду рабочего при односменном режиме работы и в 2 или 3 раза больше соответственно при двух- и трехсменной работе.

Действительный фонд времени рабочего соответственно при пятидневной и шестидневной рабочих неделях:

$$\Phi_{dp} = (d_k - d_v - d_n - d_o) t_{cm} \eta_p - d_{nn} \eta_p, \quad (5.10)$$

$$\Phi_{dp} = (d_k - d_v - d_n) t_{cm} \eta_p - (2d_{nv} + d_{nn}), \quad (5.11)$$

где d_o – число дней отпуска в планируемом периоде; η_p – коэффициент, учитывающий потери рабочего времени по уважительным причинам, $\eta_p = 0,96$.

Действительный (расчетный) фонд времени работы оборудования представляет собой время, в течение которого оно может быть полностью загружено:

$$\Phi_{до} = \Phi_{но} \eta_o, \quad (5.12)$$

где $\Phi_{но}$ – номинальный фонд времени оборудования, ч; η_o – коэффициент использования оборудования, учитывающий простои в ремонте ($\eta_o = 0,95 \dots 0,98$).

В состав персонала ремонтной службы входят основные производственные и вспомогательные рабочие.

Различают списочный и явочный составы основных производственных рабочих.

Списочный – это полный состав рабочих, включающий как фактически являющихся на работу, так и находящихся в отпусках, а также отсутствующих по другим уважительным причинам. *Явочный* состав – это число рабочих, фактически являющихся на работу. Списочный и явочный составы производственных рабочих

$$P_{cni} = \frac{T_i}{\Phi_{др}} \text{ и } P_{яi} = \frac{T_i}{\Phi_{нр}}, \quad (5.13)$$

где T_i – объем i -го вида работ (слесарных, станочных, прочих) за соответствующий период (год), ч; $\Phi_{др}$, $\Phi_{нр}$ – действительный и номинальный фонды времени рабочего за соответствующий период (год), ч.

Общее число производственных рабочих (списочное и явочное) определяют суммированием соответствующего состава по видам работ.

Поскольку в расчетах можно получить дробное число рабочих, полученное число округляют до целого.

$$K_3 = P_{расч} / P_{прин}, \quad (5.14)$$

где $P_{расч}$, $P_{прин}$ – соответственно расчетное и принятое число рабочих, чел.

При этом коэффициент загрузки рабочих должен находиться в пределах $K_3 = 0,95 \dots 1,15$.

Численность остальных категорий работников определяют в процентном отношении от списочного состава производственных (или вспомогательных) рабочих.

Число вспомогательных рабочих, в состав которых могут входить кладовщик-инструментальщик и разнорабочие, определяют по формуле

$$P_{всп} = (0,12 \dots 0,15) P_{сн}. \quad (5.15)$$

Требуемое количество оборудования для ремонтно-обслуживающих работ (S) можно рассчитать по трудоемкости (T_s) работ:

$$S = T_s / \Phi_{до}. \quad (5.16)$$

По продолжительности технологических операций

$$S = \frac{(t_o + t_g)z}{\Phi_{до}}, \quad (5.17)$$

где t_o и t_g – продолжительность основной и вспомогательных (установка, снятие и др.) операций, ч; z – число обрабатываемых объектов в год.

По физическим параметрам (массе или поверхности деталей, подлежащих обработке)

$$S = Q / (q \Phi_{до}), \quad (5.18)$$

где Q – масса, кг, или площадь поверхности деталей, m^2 , в год; q – производительность оборудования, кг/ч ($m^2/ч$).

Необходимо иметь в виду, что не все оборудование ремонтного предприятия (подразделения) определяют расчетом. Часть оборудования выбирают исходя из условий фактической необходимости для выполнения технологического процесса.

Площадь ремонтной мастерской (цеха отделения) можно определить по числу производственных рабочих:

$$F_n = PF_p, \quad (5.19)$$

где P – число производственных рабочих; F_p – удельная площадь на одного производственного рабочего, m^2 .

По площади, занимаемой оборудованием, с учетом переходного коэффициента, учитывающего проходы, рабочие зоны и т. п.,

$$F_n = F_o \delta, \quad (5.20)$$

где F_o – площадь, занимаемая оборудованием, m^2 ; δ – переходной коэффициент.

Площадь, занимаемую оборудованием, подсчитывают согласно паспортным данным.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1 Лабораторная работа №1 (2 часа)

Тема: : «Эксплуатационные документы»

2.1.1 Цель работы: познакомиться с эксплуатационными документами

2.1.2 Задачи работы:определить технические и технологические параметры оборудования по эксплуатационным документам

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:паспорта, руководство к эксплуатации, формуляр и др

2.1.4 Описание (ход) работы:

ГОСТ 2.601 устанавливает виды, комплектность и общие требования к выполнению эксплуатационной документации.

Эксплуатационные документы предназначены для эксплуатации изделий, ознакомления с их конструкцией, изучения правил эксплуатации (использования по назначению, технического обслуживания, текущего ремонта, хранения и транспортирования), отражения сведений, удостоверяющих гарантированные изготовителем значения основных параметров и характеристик (свойств) изделия, гарантий и сведений по его эксплуатации за весь период (длительность и условия работы, техническое обслуживание, ремонт и другие данные), а также сведений по его утилизации.

В эксплуатационной документации, поставляемой с изделием, должна содержаться следующая информация:

- наименование страны-изготовителя и предприятия-изготовителя;
- наименование и обозначение стандарта или технических условий;
- основное назначение, сведения об основных технических данных и потребительских свойствах изделия;

- правила и условия эффективного и безопасного использования, хранения, транспортирования и утилизации изделия;
- ресурс, срок службы и сведения о необходимых действиях потребителя по его истечении, а также информация о возможных последствиях при невыполнении указанных действий (сведения о необходимых действиях по истечении указанных ресурсов, сроков службы, а также возможных последствиях при невыполнении этих действий приводят, если изделие по истечении указанных ресурса и сроков может представлять опасность для жизни, здоровья потребителя (пользователя), причинять вред его имуществу или окружающей среде либо оно становится непригодным для использования по назначению. Перечень таких изделий составляют в установленном порядке);
- гарантии изготовителя (поставщика) (в установленном законодательством порядке);
- сведения о сертификации (при наличии);
- сведения о приемке;
- юридический адрес изготовителя (поставщика) и (или) продавца;
- сведения о цене и условиях приобретения изделия (приводит, при необходимости, изготовитель (поставщик) либо продавец). Для изделий, разрабатываемых и (или) поставляемых по заказам Министерства обороны, эти сведения и условия не приводят.

Виды эксплуатационных документов

К эксплуатационным документам относят текстовые, графические и мультимедийные конструкторские документы, которые в отдельности или в совокупности дают возможность ознакомления с изделием и определяют правила его эксплуатации.

Эксплуатационные документы подразделяют на виды, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Виды эксплуатационных документов

Вид документа	Определение
Руководство по эксплуатации	Документ, содержащий сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках (свойствах) изделия, его составных частях и указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации изделия (использования по назначению, технического обслуживания, текущего ремонта, хранения и транспортирования) и оценок его технического состояния при определении необходимости отправки его в ремонт, а также сведения по утилизации изделия
Инструкция по монтажу, пуску, регулированию и обкатке изделия	Документ, содержащий сведения, необходимые для монтажа, наладки, пуска, регулирования, обкатки и сдачи изделия и его составных частей в эксплуатацию на месте его применения
Паспорт	Документ, содержащий сведения, удостоверяющие гарантии изготовителя, значения основных параметров и характеристик (свойств) изделия, а также сведения о сертификации и утилизации изделия
Формуляр	Документ, содержащий сведения, удостоверяющие гарантии изготовителя, значения основных параметров и характеристик (свойств) изделия, сведения, отражающие техническое состояние данного изделия, сведения о сертификации и утилизации изделия, а также сведения, которые вносят в период его эксплуатации (длительность и условия работы, ТО, ремонт и другие данные)
Этикетка	Документ, содержащий гарантии изготовителя, значения основных параметров и характеристик (свойств) изделия, сведения о сертификации изделия

Каталог деталей и сборочных единиц	Документ, содержащий перечень деталей и сборочных единиц изделия с иллюстрациями и сведения об их количестве, расположении в изделии, взаимозаменяемости, конструктивных особенностях, материалах и др.
Нормы расхода запасных частей	Документ, содержащий номенклатуру запасных частей изделия и их количество, расходуемое на нормируемое количество изделий за период их эксплуатации
Нормы расхода материалов	Документ, содержащий номенклатуру материалов и их количество, расходуемое на нормированное количество изделий за период их эксплуатации
Ведомость комплекта запасных частей, инструмента и принадлежностей	Документ, содержащий номенклатуру, назначение, количество и места укладки запасных частей, инструментов, принадлежностей и материалов, расходуемых за срок службы изделия
Учебно-технические плакаты	Документы, содержащие сведения о конструкции изделия, принципах действия, приемах использования, техническом обслуживании, областях технических знаний с необходимыми иллюстрациями
Инструкции эксплуатационные специальные	Документы, содержащие специальные требования, относящиеся к использованию по назначению, техническому обслуживанию, текущему ремонту, хранению, транспортированию и утилизации, оформленные в виде самостоятельных частей ЭД или в виде приложений к ним
Ведомость эксплуатационных документов	Документ, устанавливающий комплект экпл-ных документов и места укладки документов, поставляемых с изделием или отдельно от него

Комплектность эксплуатационных документов

Номенклатуру ЭД, необходимую для обеспечения эксплуатации изделия, устанавливают в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Номенклатура эксплуатационных документов

Код документа	Наименование документа	Степень обязательности разработки документа	Дополнительные указания
РЭ	1 Руководство по эксплуатации	о	-
ИМ	2 Инструкция по монтажу, пуску, регулированию и обкатке изделия	о	ИМ составляют на монтаж, пуск, регулирование и обкатку изделия на месте его применения и в случае, если эти требования нецелесообразно или невозможно изложить в РЭ
ФО	3 Формуляр	•	Документ составляют на изделия, в период эксплуатации которых необходимо вносить сведения о значениях основных параметров и характеристиках (свойствах) изделия, отражающих техническое состояние данного изделия и/или данные о процессе эксплуатации (длительности и условиях работы, данные о

			проведении технического обслуживания, ремонта и другие данные)
ПС	4 Паспорт	•	ПС составляют на изделия, для которых объем необходимых для эксплуатации данных и основных показателей незначителен и в период эксплуатации которого нет необходимости вносить сведения о значениях и/или подтверждении этих показателей
ЭТ	5 Этикетка	•	ЭТ составляют на изделия, для которых данные, необходимые для эксплуатации, не превышают пяти-шести основных показателей, когда для подтверждения этих показателей нет необходимости составлять ФО (ПС) и технически их невозможно и/или нецелесообразно маркировать на изделии
КДС	6 Каталог деталей и сборочных единиц	о	КДС составляют на изделия, для которых в течение времени эксплуатации предусмотрены неоднократный ремонт и замены составных частей
НЗЧ	7 Нормы расхода запасных частей	о	Под НЗЧ на период эксплуатации одного изделия понимают среднее ожидаемое за этот период количество замен составных частей из-за отказов и выработки ресурса
НМ	8 Нормы расхода материалов	о	Под НМ на период эксплуатации понимают среднее ожидаемое за этот период количество материалов
ЗИ	9 Ведомость ЗИП	о	ЗИ составляют на изделия, с которыми совместно поставляют прилагаемые к ним комплекты ЗИП, а также наборы ЗИП, поставляемые отдельно от изделия, для эксплуатации которых предназначается ЗИП (например, ЗИП одиночный, групповой, ремонтный и др.). Если количество наименований изделий и материалов незначительно, то ЗИ допускается не разрабатывать, а их номенклатуру перечислять в формуляре или паспорте
УП	10 Учебно-технические плакаты	о	УП разрабатывают по ГОСТ 2.605
ИС..	11 Инструкции эксплуатационные специальные	о	Документы составляют на изделия, для которых в течение времени эксплуатации следует выполнять специальные требования, относящиеся к использованию по назначению, техническому обслуживанию, текущему ремонту, хранению, транспортированию и утилизации
ВЭ	12 Ведомость эксплуатационных документов	•	ВЭ составляют на изделия, в комплект эксплуатационных документов которых входят два и более самостоятельных эксплуатационных документов

Условные обозначения:

• - документ обязательный;

о – необходимость разработки документа устанавливает разработчик.

Для изделий, разрабатываемых по заказу Министерства обороны, номенклатуру ЭД согласовывают с ним.

Примечание – В зависимости от назначения изделия, условий эксплуатации и объема помещаемых сведений в обязательном порядке составляют либо ФО, либо ПС, либо ЭТ, либо включают один из этих документов в объединенный ЭД.

2.2 Лабораторная работа №2(2 часа)

Тема: : «Смазка отдельных трущихся пар»

2.1.1 Цель работы: ознакомление с методикой выбора смазочных материалов и составления карты и схемы смазки технологического оборудования

2.1.2 Задачи работы:выбрать смазку и составить карту смазки узла, машины или аппарата

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:лабораторная тестомесильная машина, мельничная установка МЛУ-202, ГДФ, макаронный пресс

2.1.4 Описание (ход) работы:

Смазочный материал – материал, вводимый на поверхности трения для уменьшения силы трения и (или) интенсивности изнашивания.

По ГОСТ 23.002 все виды смазки классифицируют по двум признакам: по физическому состоянию смазочного материала – газовая, жидкостная и твердая смазки; по типу разделения поверхностей трения смазочным материалом – гидродинамическая и гидростатическая, газодинамическая и газостатическая, эласто-гидродинамическая, граничная и полужидкостная смазки.

Выбор смазочных материалов и условий смазки основывается на расчетах или на экспериментальных данных и опыте эксплуатации.

Кинематическая вязкость смазочных материалов определяется по формуле :

$$\nu = M/p,$$

где p – плотность смазки, кг/м³;

ν – кинематическая вязкость, м²/с;

По найденному значению ν 50 выбирается сорт смазки по табл. 5 с учетом особенностей узла трения.

Таблица 5- Сорта смазки

Наименование масла	Вязкость кинематическая ν 50, мм ² /с	t вспышки, °С	t засты - вания °С	Основное назначение
1	2	3	4	5
Масло для высокоскоростных механизмов Л (велосит)	4–5,1	–	–25	Для точных механизмов с малой нагрузкой и при больших числах оборотов
Масло для высокоскорост-	5,1–8,5	–	–20	То же

ных механизмов Т (вазелиновое)				
Приборное (МВП)	6,3–8,5	–	–60	Для КИП, работающих при низких температурах (в холодильной камере)
Сепараторное Л	6,1–10	135	+5	Для подшипников центрифуг и легких сепараторов, автоматов для расфасовки пищевых продуктов
Индустриальное 12 (веретенное 2)	10–14	165	–30	Для средних сепараторов, холодильных машин, подшипников быстроходных машин. Для подшипников с кольцевой смазкой с окружной скоростью до 3 м/с
Сепараторное Т	14–17	165	+5	Крупные сепараторы и скоростные машины с малыми нагрузками
Индустриальное 20 (веретенное 3)	17–23	170	–20	Для подшипников с кольцевой смазкой, электродвигателей мощностью 10 кВт, центробежных насосов, зубчатых передач, трансмиссии, подшипников средненагруженных
Индустриальное 30 (машинное Л)	27–33	180	–15	Для валов, зубчатых передач, центробежных насосов, металлорежущих станков с большой нагрузкой и малыми скоростями
Индустриальное 45 (машинное С)	38–52	190	0	Для тяжелых машин и станков с малой скоростью, для редукторов червячных, цилиндрических, цилиндро-конических, кривошипно-шатунных механизмов (для тех же узлов, что и индустриальное 30, но с повышенной t)
Индустриальное 50 (машинное СУ)	42–58	200	–20	То же при повышенных нагрузках и малых скоростях (назначается в особых случаях)
Цилиндровое 11 (цилиндровое 2)	9–13 при 100 °С	215	+5	Для червячных передач, редукторов большой мощности, тихоходных механизмов, паровых насосов с давлением до 0,5 Мпа, для машин и арматуры, работающих на насыщенном паре
Цилиндровое 38 (цилиндровое 6)	32–44 при 100 °С	300	+17	Для машин и арматуры, работающих на перегретом паре, и механизмов, работающих при высоких температурах
Компрессорное М	8,5–14 при 100 °С	–	–	Для одноступенчатых компрессоров низкого давления и двухступенчатых среднего давления
Компрессорное Т	15–21 при 100 °С	–	–	Для многоступенчатых компрессоров повышенного

				давления
Трансформаторное	33	–	–	Для заливки трансформаторов, масляных выключателей и другой высоковольтной аппаратуры

Перед началом работы необходимо ознакомиться с машиной по технической документации или по литературным источникам.

1. Выбрать сорт смазки для конкретной (по указанию преподавателя) пары трения.
2. Определить расход смазки для данного узла.
3. Составить схему и карту смазки.

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

Карта смазки составляется по специальной форме (таблица 16):

Карта смазки

Наименование предприятия _____

Цех или отделение _____

Наименование оборудования _____

Таблица 16 – Карта смазки

Наименование деталей, узлов и механизмов, подлежащих смазке	Условное обозначение на схеме	Количество единиц	Сорт смазочного материала	Периодичность смазывания	Способ подачи смазочного материала	Норма расхода смазочного материала в смену, г	
						На единицу продукции	Всего
Подшипник скольжения	–	2	Индустриальное	2 раза в смену	Через наливную масленку	12	24
Открытая цилиндрическая зубчатая передача	–	1	УС-2	1 раз в 5 дней	Ручной	2	2

После выполнения необходимо составить индивидуальный отчет, который должен содержать следующие разделы:

- техническую характеристику машины или автомата с описанием особенностей эксплуатации;
- расчет требуемой вязкости смазочного материала;
- выбор смазочного материала;
- схему и карту смазки.

2.3 Лабораторная работа №3(2 часа)

Тема: «Установка оптимального режима работы зерноочистительных машин и контроль над процессом очистки»

2.1.1 Цель работы: изучить методику подбора сит для оптимальной работы зерноочистительных машин

2.1.2 Задачи работы: установить оптимальный режим работы зерноочистительных машин для определенной порти зерна

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе: лабораторный рассев, разборные доски, шпатели, сита

2.1.4 Описание (ход) работы:

В ситовом блоке сепаратора могут быть выделены только определенные категории примесей. Первым сходом должен быть выделен самый крупный продукт смеси – грубые, случайно попавшие примеси. Размер отверстия приемного сита должен быть больше любого размера зерна. Традиционно для пшеницы принимают сито Ø 10-12 мм.

Вторым сходом сепаратора извлекают крупные примеси. Поэтому второе сито сепаратора сортировочное должно иметь размер отверстий, чтобы зерно оказалось в проходе сита. Причем, это может быть сито первого типа, тогда размер его отверстия должен быть больше ширины зерна (Ø 6-8 мм) или сито второго типа, тогда размер его отверстий по ширине должен быть больше толщины зерна (около 4,0х20).

Третье сито сепаратора (разгрузочное) принимают с таким расчетом, чтобы разделить зерно на крупное и мелкое. Обычно для зерна пшеницы применяют сита 2,0х20 или 2,2х20, в зависимости от общей крупности и выравненности зерна.

На нижнем сите сепаратора (подсевном) подбирают сита с таким расчетом, чтобы проходом получить мелкую примесь. Размер отверстия сита должен быть меньше толщины зерна. Традиционно для пшеницы это сито второго типа с размером 1,7х20 или 1,8х20.

Таким образом, в результате сепарирования в ситовом блоке получают четыре-пять продуктов:

- грубая примесь (сход с сита Ø 10-12 мм.);
- крупная примесь (проход сита Ø 10-12 мм и сход сита Ø 6-8 мм или 4,0х20);
- крупное зерно (проход сита Ø 6-8 мм или 4,0х20 и сход сита 2,0х20 или 2,2х20);
- мелкое зерно (проход сита 2,0х20 или 2,2х20 и сход с сита 1,7х20 или 1,8х20);
- мелкая примесь (проход сита 1,7х20 или 1,8х20).

Контроль за качеством очистки осуществляет лаборатория.

Для установления оптимального режима работы воздушно-решетной машины необходимо:

- определить компонентный состав зерновой массы, содержание и характер отделимой примеси, влажность;
- подобрать на основе лабораторного решетного анализа необходимую форму и размеры отверстий решет.

ПРОВЕДЕНИЕ АНАЛИЗА. Из среднего образца отбирается следующая величина навесок:

кукуруза, горох, фасоль.....	100г
пшеница, рожь, ячмень, овес, гречиха, рис.....	50г
пшено.....	25г

Навеску зерна просеивают на гладкой поверхности через набор сит в течение 3-х мин., 110-120 колебаний в минуту и размах колебаний 10 см (колебания проводить в направлении отверстий сита).

После просеивания внимательно осматривают сход и проход каждого сита и вручную разбирают по фракциям сорной и зерновой примесей. Каждую фракцию в отдельности взвешивают и высчитывают процент засоренности.

Результаты анализа занести в таблицу 1.

Таблица 2 - Фракционный состав примесей

Наименование фракций примесей	Содержание в	
	г	%
<u>Фракции сорной примеси</u> а) проход через сито с диаметром 1 мм б) минеральная примесь в) органическая примесь г) зерна пшеницы, ржи и ячменя с явно испорченным или полностью выделенным эндоспермом		
Всего сорной примеси:		
<u>Фракции зерновой примеси:</u> а) изъеденные и битые зерна пшеницы (менее половины) б) поврежденные самосогреванием или сушкой (раздутые при сушке, заплесневелые) в) сильно недоразвитые, щуплые г) зеленые д) давленные е) зерна ржи и ячменя		
Всего зерновой примеси		
Всего основного зерна:		

Таблица 30 - Баланс фракций решетной зерноочистительной машины

№ фракции	Наименование фракции	Выход фракции				
		Всего кг/мин	В том числе			
			отдельных примесей		зерна	
			кг/мин	%	кг/мин	%
1	Зерно основной культуры после очистки					
2	Мелкие и щуплые зерна основной культуры					
3	Крупные и мелкие примеси					
4	Мелкий отход Исходная зерновая масса					
Всего	Исходная зерновая масса					

Из средней пробы этой же партии неочищенного зерна взвесить навеску массой 500г. Путем подбора сит найти оптимальный вариант, позволяющий максимально очистить партию зерна от примесей. Снять минутный баланс и провести анализ остатков на каждом решете.

Результаты записать в таблицу 2.

По результатам снятия минутного баланса и анализа качества полученных фракций определить технологический эффект очистки зерна по формуле:

$$E = \frac{A - B}{A} * 100$$

A- содержание отделимых примесей в исходной смеси, кг

B- содержание отделимых примесей в зерне после очистки, кг

Определить потери зерна по формуле:

$$A = \frac{M1 * (B1 - B2)}{M2}$$

M1- масса зерна в 1кг отходов, г

M2-масса примесей в 1 кг отходов, г

B1- содержание примесей в исходной зерновой массе, %

B2- содержание примесей в очищенном зерне, %

2.4 Лабораторная работа №4(2 часа)

Тема: : «Эксплуатация камнеотделительных машин типа РЗ-БКТ»

2.1.1 Цель работы: ознакомление с рабочим процессом, настройкой и регулированием камнеотделительной машины

2.1.2 Задачи работы:отрегулировать камнеотделительную машину

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:
камнеотделительная машина РЗ-БКТ-100

2.1.4 Описание (ход) работы:

Настройка и регулирование камнеотделительных машин следующие:рабочий процесс имеет шесть регулируемых параметров:

- нагрузка,
- амплитуда и направление колебаний,
- расход воздуха,
- угол наклона деки;
- положение регулировочной пластины в зоне выпуска минеральных примесей.

Все параметры имеют механизмы регулирования и соответствующие указатели установленных значений.

Камнеотделительные машины типа РЗ-БКТ после монтажа и наладки тщательно регулируют. Устанавливают вибростол в рабочее положение под углом 7° к горизонтали. Проверяют затяжку резьбовых соединений. На холостом ходу не должно быть несвойственного шума, стука и вибрации.

Амплитуду и направление колебаний проверяют на холостом ходу с помощью регулировочных дисков (рис. 16). До пуска машины все четыре диска на обеих сторонах корпуса вибростола устанавливают так, чтобы вертикальная стрелка на корпусе находилась между 30 и 40° нижней шкалы. Если при работе машины направление пунктирной линии с кружками на диске совпадает с направлением колебаний вибростола, видна четкая линия, а тени окружностей – эллипсы вытянуты вдоль этой ли_А_. Если видна расплывчатая линия, а эллипсы вытянуты под углом, значит, направления не совпадают. Следует ослабить фиксирующий винт, повернуть диск до появления четкой линии и снова закрепить. При отклонении от заданного угла более 5 по шкале дисков,

установленных на одной боковой стороне корпуса, необходимо провести коррекцию положения вибратора по вертикали.

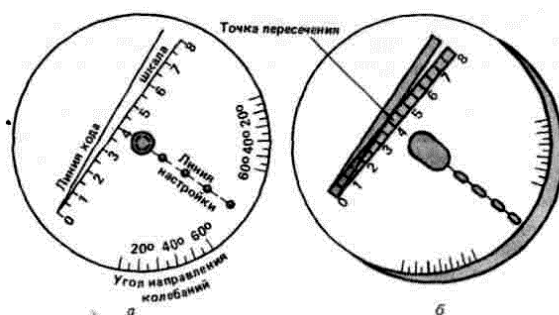


Рис. 16 – Регулировочный диск
а – машины не работает; *б* – машина работает (точка пересечения соответствует размаху колебаний 4..5 мм)

Коррекцию угла направления колебаний выполняют следующим образом. Ослабляют скобы крепления вибратора и поворачивают его в вертикальном направлении. Если вибратор перемещают вниз, то угол направления колебаний со стороны выхода очищенного зерна увеличивается, а с противоположной — уменьшается. Смещение вибратора вверх приводит к обратному явлению: уменьшению угла на стороне выхода очищенного зерна и увеличению — на противоположной стороне.

Если наблюдается расхождение показателей на шкале дисков, находящихся на разных сторонах корпуса, проводят коррекцию положения вибратора по горизонтали, т. е. сдвигают его по оси вала-виброрегулятора в сторону меньшего угла направления колебаний. При этом вначале отмечают старое место установки, затем ослабляют скобы, сдвигают вибратор в нужном направлении относительно пометки и затягивают скобы.

Регулировка амплитуды колебаний осуществляется перемещением грузов вокруг вала вибратора (см. рис. 16, *а*). Если раздвигать грузы друг относительно друга, амплитуда уменьшается, а при сближении их — увеличивается. Смещение грузов, установленных в верхней и нижней частях вибратора, должно быть одинаковым и примерно равным 150...160 мм (см. рис. 16).

При работе машины возникает визуальный эффект пересечения на диске линии хода с линией шкалы. Точка пересечения указывает величину амплитуды колебаний, которая при нормальной работе должна находиться между отметками 4 и 5, что соответствует амплитуде колебаний вибростолы 2,0...2,5 мм (см. рис. 16, *б*).

Дроссельную заслонку регулятора воздуха устанавливают в положение, при котором разрежение по манометру составляет 750 Па без нагрузки.

Необходимо установить пластину 26 (см. рис. 16) на высоту 25 мм над декой со стороны выхода минеральных примесей. Регулируя положение пластины 26, можно добиться повышения эффективности выделения минеральных примесей.

При работе под нагрузкой следует отрегулировать пружину питающего клапана, смещая ее на нужную засечку рычага, чтобы небольшое количество зерна находилось на слегка прижатом клапане.

Если в рабочем режиме слой зерна не «кипит» при открытой заслонке регулятора воздуха, необходимо очистить сетку деки проволочной щеткой. При правильно проведенном регулировании и хорошей эксплуатации машин типа РЗ-БКТ эффективность очистки зерна от минеральных примесей составляет 98...99%.

2.5 Лабораторная работа №5(2 часа)

Тема: «Изучение устройства, работы и правил эксплуатации дисковых триеров»

2.1.1 Цель работы: изучить технические характеристики и правила эксплуатации дисковых триеров

2.1.2 Задачи работы: путем регулирования заслонок настроить триер на эффективность выделения коротких фракций до 88 %

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе: А9-УТО, А9-УТК

2.1.4 Описание (ход) работы:

Триеры, выделяющие из зернового материала короткие примеси (например, куколь, битое зерно и т. п.), называются кукольными. У них очищенное зерно выходит из цилиндра, а примеси — из желоба.

Триеры, предназначенные для отделения длинных зерновых примесей, называют овсюжными. В них зерно выходит из желоба, а примеси — из цилиндра. У выходного конца овсюжного цилиндра устанавливают кольцо — диафрагму, которая способствует образованию слоя зернового материала внутри цилиндра.

Эффективность работы триера зависит от частоты вращения дисков, положения лотков и заслонок, от формы и размеров ячеек, коэффициента трения зерновой смеси о поверхность дисков, концентрации, состава примесей и других факторов. Все эти факторы не поддаются оперативному управлению. При эксплуатации триеров необходимо обеспечивать стабильную подачу зерна, добиваясь равномерного его распределения и необходимого уровня в загрузочном устройстве. Регулируют подачу и время обработки зерна при помощи заслонок загрузочного и других устройств.

Надежная и эффективная работа триеров возможна при очищенных ячейках, влажности зерна не выше 18 % и отсутствии в исходном зерне твердых и грубых примесей. Поэтому исходная зерновая смесь должна предварительно пройти соответствующую очистку, а при необходимости и сушку.

Отличительная особенность процесса сепарирования в триерах — его высокая эффективность и сравнительно небольшая удельная производительность. Например, в дисковых триерах устойчивая эффективность выделения коротких фракций достигает 95 %, а в цилиндрических — 85...90 %.

Настройку и регулирование технологического процесса в триере производят с помощью трех заслонок, установленных в приемном устройстве, в перегородке между рабочим и перегружающим отделениями и в задней стенке триера. При открытии заслонки в приемном устройстве устанавливают заданную производительность, не допуская пересыпания зерновой смеси через переднюю кромку днища в канал для очищенного зерна. С помощью заслонки в задней стенке триера устанавливают режим работы, обеспечивающий требуемую эффективность, которую контролируют методом отбора проб исходного и очищенного зерна и отходов.

Отобрать пробы исходного и очищенного зерна и отходов и определить эффективность очистки от длинных и коротких примесей. При снижении эффективности очистки установить рекомендуемый режим.

Определить фактическую производительность машины и установить отклонение от заданной производительности.

2.6 Лабораторная работа №6(2 часа)

Тема: : «Эксплуатация вальцового станка»

2.1.1 Цель работы: познакомиться с правилами регулировки и настройки вальцового станка

2.1.2 Задачи работы:установить рабочий зазор на драных системах

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:Лабораторная мельничная установка МЛУ-202

2.1.4 Описание (ход) работы:

Настройка и регулирование станка заключаются в следующем. При работе вальцового станка на холостом ходу проверяют:

- наличие смазки;
- работу устройства привально-отвального механизма вручную, от пневмопереключателя, от системы дистанционного и местного включения, в автоматическом режиме;
- блокировку включения питающих валков и перемещение заслонки;
- отсутствие заклинивания вальцов при вращении вручную;
- крепление резьбовых соединений;
- правильность установки и равномерность рабочего зазора между приваленными невращающимися вальцами на расстоянии 50...70 мм от их торцов;
- перемещение очистителей вальцов;
- состояние ремней;
- нагрев подшипников (температура не более 60 ° С);
- работу электросхемы и аппаратуры;
- подачу воды и давление сжатого воздуха в сетях;
- работу подводящих и отводящих транспортных устройств.

Настройка и оперативное регулирование режима размола каждой половины станка под нагрузкой сводится в основном к регулированию системы питания и рабочего зазора между мелющими вальцами.

У станков, имеющих в механизме питания редуктор, устанавливают вначале минимальную скорость дозирующего валка, что соответствует положению рукоятки 1 (отметка 1 по шкале), и далее подбирают оптимальное значение скорости вращения. Не допускается переключение скоростей на ходу.

В соответствии с распределением нагрузок по технологическим системам с помощью регулятора вручную устанавливает минимальную величину питающего зазора между заслонкой и дозирующим валком: на драных системах — 0,35 мм, на размольных — 0,15 мм. Максимальный питающий зазор, устанавливаемый ограничительным винтом, должен обеспечивать верхний предел подачи исходного продукта, при котором токовая нагрузка электродвигателя по показаниям амперметра не превышала бы 80% номинальной. Если это условие не соблюдается, питающий зазор должен быть уменьшен.

Регулирование системы питания и рабочего зазора следует проводить последовательным приближением к требуемым показателям с постоянным контролем нагрузки электродвигателя, а также подводящих и отводящих транспортных систем.

На станках размольных систем визуально проверяют равномерность распределения продукта по длине распределительного валка. На каждой половине вальцового станка проверяют извлечение, которое должно соответствовать действующим правилам.

Для контроля работы вальцовых станков необходимо отобрать образец измельченного продукта, проводя совком по всей длине вальцов. Отобранный образец тщательно перемешивают, после чего из него выделяют навеску в 100г, которую

помещают в лабораторный рассев с заранее подготовленными ситами для контролируемой системы и просеивают в течение 3 мин.

Проход сита взвешивают и из полученной массы вычитают массу недосева, поступившего на станок с продуктом. Результат в граммах будет соответствовать проценту извлечения.

Извлечение определяют по формуле:

$$K = \frac{(K_2 - K_1) * 100}{100 - K_1}, \text{ где}$$

где K_1 — содержание прохода сита в продукте до станка;

K_2 — содержание прохода сита в продукте после станка.

Результаты ситового анализа занести в рабочую тетрадь и сделать вывод о технологической эффективности работы вальцового станка драных и размольных систем.

При настройке режима размола проверяют чувствительность автоматической системы регулирования подачи исходного зерна в установленном диапазоне, расположение конуса продукта в приемной трубе относительно чувствительного элемента сигнализатора уровня.

После настройки режима размола должны быть затянуты контрольные устройства органов регулирования. В дальнейшем для данной помольной партии не следует корректировать режим помола, который должен обеспечивать стабильные результаты в течение длительного времени.

2.7 Лабораторная работа №7(2 часа)

Тема: : «Составление технологических схем сортирования продуктов измельчения зерна в отсевах.Эксплуатация отсевов»

2.1.1 Цель работы: ознакомление со схемами движения продуктов измельчения зерна в отсевах и правилами установки сит.

2.1.2 Задачи работыПодобрать соответствующую схему отсевов для разделения продуктов размола зерна в соответствии с правилами и расставить сита в отсевах ЗРШ и БРБ

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:схемы отсевов шкафного типа ЗРШ-3М и РЗ-БРБ

2.1.4 Описание (ход) работы:

В таблице1 представлена крупность промежуточных продуктов сортового помола пшеницы, выраженная ситами из различных материалов и разных модификаций.

Подбор сит при сортировании продуктов измельчения

Процедура подбора сит начинается с оценки состава сортируемого продукта.

Далее выбирают «тип отсева» и принимают технологическую схему. Это значит, что технолог знает, какое количество сходов и проходов может быть получено при сортировании продукта по данной технологической схеме и сравнительную крупность каждого выводимого продукта.

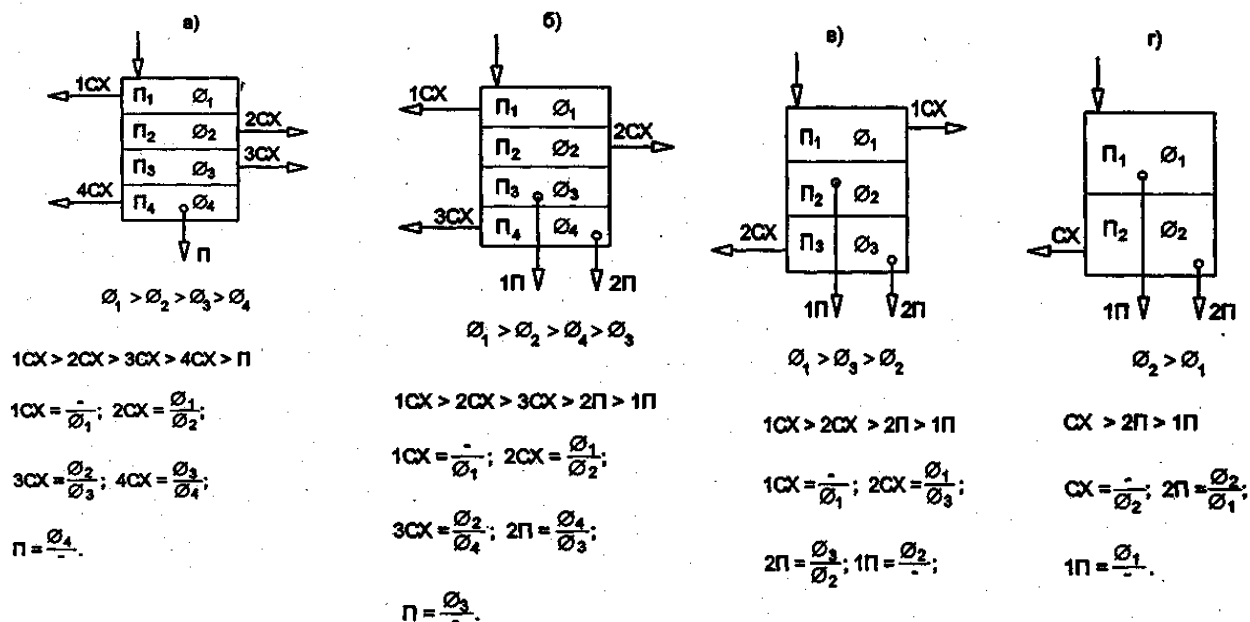
После этого принимают тип и материал сит для проведения сортирования. При этом учитывают общие сведения о ситах, условиях их применения, срок службы сит и т. п. Так, есть специальные сита для высева муки, для отбора крупок и дунстов.

Оценивают возможность технологической схемы отсева или сколько разделенных потоков продуктов можно получить. Если количество продуктов в сортируемой смеси больше возможности отсева, то принимают решение об объединении части продуктов и выводе их из отсева смесью.

Таблица 1—Крупность промежуточных продуктов сортового помола

Таблица 1. Крупность промежуточных продуктов сортового помола					
Наименование продукции	Сита				
	Металлотканые		Шелковые	Капроно-вые	Полиамид-ные
	по ТУ 14-4-1374-86	по ТУ 14-4-1063-86			
Крупки:					
Крупная	1,114/0,562	1/056	71/120	7/12	6.5ПА/12ПА
средняя	0,562/0,421	056/04	120/160	12/17	12ПА/15.5ПА
мелкая	0,421/0,306	04/23	160/200	17/23	15.5ПА/21ПА
Дусты:					
жесткий	0,306/0,248	-	200/270	23/29	21ПА/27ПА
мягкий	0,248/46	-	270/38	29/46	27ПА/46ПА

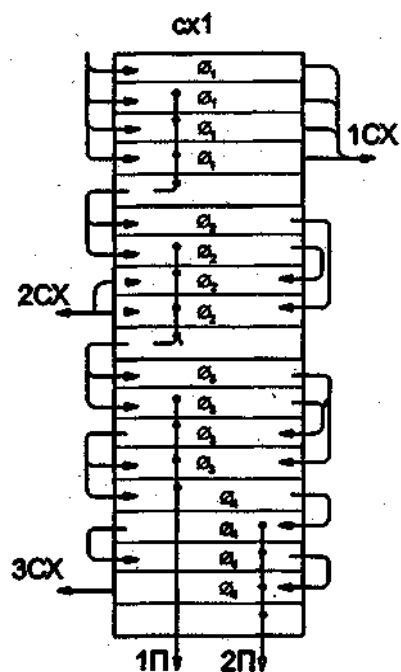
При этом на первом этапе сортирования крупные продукты выводятся отдельно, а мелкие — смесью, которая затем дополнительно сортируется на втором этапе просеивания. Далее записывают технологическую крупность фракций принятыми номерами сит в соответствии с таблицей крупности и определяют способ (сходом или проходом) и место их вывода из отсева. Расставляют сита.



\varnothing —условное обозначение номера сита; СХ—сход сита; П — проход сита

Рис. 28 Технологические схемы рассевов РЗ-БРБ и РЗ-БРВ:

а), б) первого типа; в) второго типа; г) третьего типа



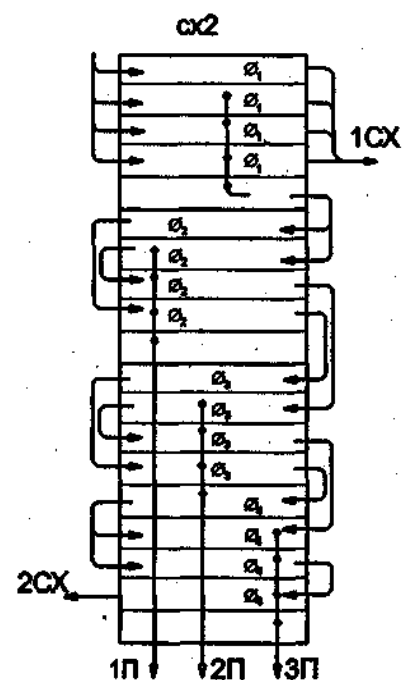
$$d_1 > d_1 > d_3 > d_4;$$

$$1CX > 2CX > 3CX > 2Π > 1Π;$$

$$1CX = \frac{d_1}{d_1}; 2CX = \frac{d_1}{d_2};$$

$$3CX = \frac{d_2}{d_1}; 2Π = \frac{d_4}{d_3};$$

$$1Π = \frac{d_3}{d_1};$$



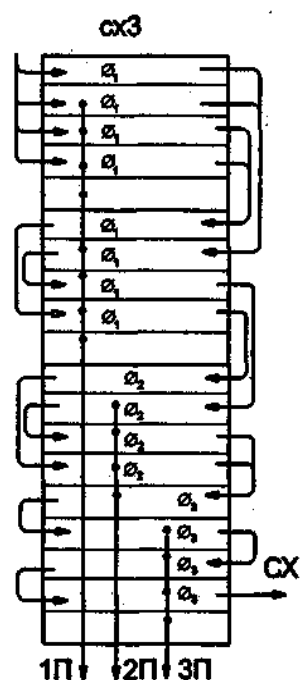
$$d_1 > d_1 > d_3 > d_4;$$

$$1CX > 2CX > 3Π > 2Π > 1Π;$$

$$1CX = \frac{d_1}{d_1}; 2CX = \frac{d_1}{d_1};$$

$$3Π = \frac{d_4}{d_3}; 2Π = \frac{d_3}{d_2};$$

$$1Π = \frac{d_2}{d_1};$$

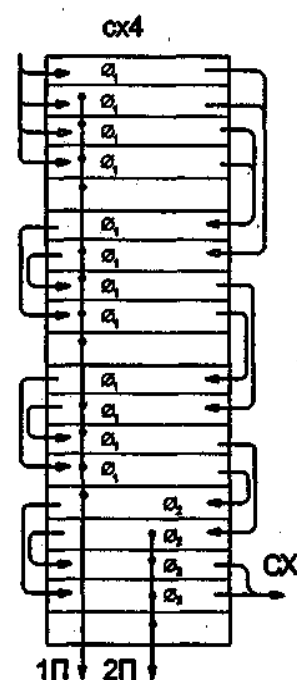


$$d_3 > d_2 > d_1;$$

$$CX > 3Π > 2Π > 1Π;$$

$$CX = \frac{d_1}{d_3}; 3Π = \frac{d_3}{d_2};$$

$$2Π = \frac{d_2}{d_1}; 1Π = \frac{d_1}{d_1};$$



$$d_2 > d_1;$$

$$CX > 2Π > 1Π;$$

$$CX = \frac{d_1}{d_2}; 2Π = \frac{d_2}{d_1};$$

$$1Π = \frac{d_1}{d_1};$$

Эксплуатация рассевов. При настройке рассева на холостом ходу проверяют:

- направление и скорость вращения рассевов. Если смотреть на рассев сверху, направление движения его должно быть против часовой стрелки, а частота вращения на холостом ходу — 220 ± 5 об/мин; направление вращения рассева обусловлено условиями транспортирования продуктов по ситам и смазки подшипниковых узлов;

- радиус круговых колебаний, который должен соответствовать $41 \pm 0,5$ мм;

- балансирный механизм и другие подвижные части рассева должны работать плавно, без рывков, резкого шума и стука, биения и нарастающей вибрации, заедания и повышенного трения;

- крепление подвесок и дверей;

- температуру нагрева подшипников, которая в установившемся режиме не должна превышать 60°C . Наличие и качество смазки.

При обнаружении неисправностей или появления несвойственного шума, стука, вибрации следует немедленно остановить рассев, выявить и устранить причину нарушения нормальной его работы. Температуру нагрева подшипников проверяют через каждые два часа работы рассева термометром сопротивления или термопарой.

Для того чтобы **измерить частоту колебаний** рассева, необходимо сосчитать число ударов корпуса о какой-либо предмет, находящийся в руке, за 1 минуту.

Для **определения траектории движения** рассева выбирают два участка на плоскостях основания и крышки. Траектория отбалансированного рассева на днище и крышке должна быть одинаковой с радиусом $41 \pm 0,5$ мм. Для получения графического изображения траектории движения на выбранные свободные участки днища и крышки прикрепляют листы бумаги, затем касаются вертикально установленным карандашом каждого листа. Карандаш оставляет на бумаге след — траекторию движения рассева, близкую к окружности. Время соприкосновения карандаша с бумагой должно соответствовать 3...5 оборотам рассева. Для определения радиуса траектории рассева три раза измеряют диаметр окружности и среднее значение делят пополам.

Производственная балансировка рассевов производится в следующих случаях:

- если в период разгона приводной вал вращается с биением, а в установившемся режиме работает устойчиво. Причиной биения является неправильная установка конуса поводка ротора. Для устранения биения необходимо передвинуть поводок б с конусом по пазу, изменив расстояние Н до оси вращения (см. рис: 30) ;

- если приводной вал в период разгона и на полном ходу вращается спокойно, но нижняя часть его описывает окружность, т. е. имеет радиальное биение. Причина такого явления — неправильное расположение съемных пластин 19 в роторе 12 (несимметричность, перегруз или недогруз).

Для балансировки ротора с помощью съемных грузов приводной вал 10 покрывают мелом. В рабочем режиме ($n = 220 \pm 5$ об/мин) касаются вала заостренной, неподвижно установленной деревянной планкой. Если ротор вместе с рассевом отбалансирован правильно, то заостренная планка оставит на приводном валу окружность. При наличии радиального биения получаются риски, соответствующие точкам максимального отклонения приводного вала.

Если риска образовалась, то в положении а необходимо добавить груз в левую часть, в положении б — добавить груз в правую часть, в положении в — вынуть груз из центральной части, в положении г — добавить груз в центральную часть. Проверка траектории движения корпуса рассева производится после каждой балансировки на полном ходу. Нарушение круговой траектории можно устранить изменением положения грузов в вертикальной плоскости.

Если на крышке рассева траектория движения представляет собой уменьшенную окружность или овал, а на днище — большой круг или овал, то следует переложить часть грузов ротора сверху вниз. В противном случае балансировка производится в обратном порядке. Необходимо строго выдерживать заданный диаметр круговой траектории

рассева. Его уменьшение приводит к снижению производительности рассева и уменьшает севкость.

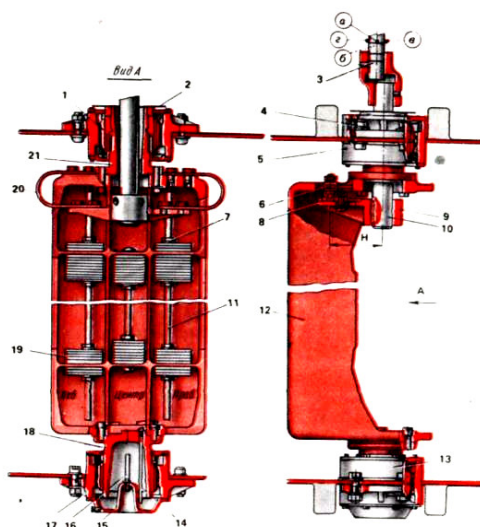


Рис. 30 Балансирный механизм рассева:

1 — подшипник верхний; 2 — маслоотражатель; 3 — вал привода; 4, 14 — уровнемеры; 5 — корпус верхнего подшипника; 6, 9 — поводки; 7 — гайка; 8 — захват; 10 — вал ротора; 11 — шпилька; 12 — ротор; 13 — корпус нижнего подшипника; 15 — крышка; 16 — трубка; 17 — подшипник нижний; 18, 21 — оси; 19 — пластина груза; 20 — пружина.

После обкатки на холостом ходу рассев останавливают, проверяют затяжку резьбовых соединений, горизонтальность подвески рассева. В процессе работы рассева под нагрузкой проверяют следующие показатели: температуру нагрева подшипников (не более 60°C); частоту вращения ротора ($n = 220 \pm 5$ об/мин); радиус круговых колебаний ($37,5 \pm 1$ мм); наличие масла в механизме привода и подшипниковых узлах; запыленность в рабочей зоне (не должна превышать 2 мг/м^3).

После работы рассева под нагрузкой проверяют затяжку резьбовых соединений, горизонтальность подвески, плотность прилегания дверей к ситовым рамкам и поддонам. Во время эксплуатации рассева под нагрузкой особое внимание следует обращать на равномерность загрузки всех секций; герметичность кузова (не допускать ослабления резьбовых соединений и пыления продуктов); подсоры одной конечной фракции в другую; состояние всех подвижных узлов и деталей, ситовой поверхности (забиваемость, целостность), подвесок, очистителей (своевременная замена).

Двери каждой секции открывают после откручивания гаек на шесть оборотов специальным ключом-рукояткой. После того как все гайки ослаблены, этим же ключом открывают дверь, установив его на головки бугелей. Перед закрытием дверей необходимо устранить мягкой щеткой прилипшую к войлоку муку, очистить рамы сит и продвинуть немного внутрь лежащий на ситах слой продукта, очистить направляющие от продукта. После этого, поворачивая дверь, вводят ее между скобами, которые смонтированы на корпусе и являются направляющими. Затем дверь закрывается до отказа. Плотную закрытую дверь прижимают к корпусу с помощью ключа-рукоятки. Закручивают гайки, при этом костыль входит своей головкой в прорезь скобы.

Гайками и костылями дверь плотно и равномерно притягивают к каркасу.

2.8 Лабораторная работа №8(2 часа)

Тема: :«Правила расстановки сит в ситовеечных машинах»

2.8.1 Цель работы: ознакомление с рабочим процессом, настройкой и подбором сит ситовеечной машины

2.8.2 Задачи работыподобрать сита для ситовеечной машины

2.8.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:схема ситовеечной машины типа А1-БСО

2.8.4 Описание (ход) работы:

В соответствии с гранулометрическим составом, аэродинамическими и фрикционными свойствами сепарируемой смеси крупок выбирают размеры сит и определяют воздушный режим ситовеечной машины. Продукт, поступающий в ситовеечную машину, может быть рассортирован на несколько фракций по крупности. Повышение однородности исходной смеси по крупности способствует увеличению эффективности ее сортирования по этому признаку.

В ситовейках обычно применяют полиамидные, капроновые сита и не применяют металлотканые.

При подборе нумерации сит в ситовеечных машинах следует учитывать прежде всего крупность продукта, характеризующегося проходом и сходом сит определенных номеров.

Так как просеиванию проходовой фракции в ситовейках препятствует встречный поток воздуха, сита в ситовейках устанавливают более редкими, чем в расसेве, где получен поступающий в ситовейку продукт. Естественно, что более крупные частицы, масса которых больше, преодолевают сопротивление воздушного потока легче, чем мелкие. Поэтому разрежение сит более существенное для мелких фракций. Так, при обогащении крупной фракции сита в ситовейках разрезают на 1...2 номера. Соответственно для средних крупок — на 2...3 номера, для мелких на 3...4 номера и для дунстрв — на 4...5 номеров.

При установке сит в ситовейках последовательно устанавливают в начале яруса более частые сита, в конце — самые редкие.

Принцип расстановки сит в ситовеечных машинах следующий: каждое последующее сито в каждом из трех ярусов ситовеечной машины должно быть на один номер реже предыдущего; каждое сито нижележащего яруса должно быть на один номер гуще соответствующего сита вышележащего яруса.

Расстановку сит удобнее всего начинать с первой ситовой рамы нижнего яруса сит. Номер сита на этой раме устанавливается в зависимости от крупности продукта и рекомендуемой выше разрядки сит. Например, если на ситовейку подается продукт, а именно — средняя крупка, получаемая проходом сита № 13 и сходом сита № 17, а разрядка составит 2...3 номера, то на первой раме нижнего яруса сит устанавливается сито, номер которого будет на такое количество номеров меньше, чем номер сита, сходом с которого получен данный продукт — номер 14 или 15. Примем № 15.

$\frac{13}{14} + \frac{12}{13} + \frac{11}{12} + \frac{10}{11}$	→	верхний (1-й сход)
$\frac{14}{15} + \frac{13}{14} + \frac{12}{13} + \frac{11}{12}$	→	2-й сход
$\frac{15}{16} + \frac{14}{15} + \frac{13}{14} + \frac{12}{13}$	→	3-й сход
1 1 1		
1 2 3		
проходы		

В результате обогащения с каждой ситовеечной системы может быть получено пять-шесть продуктов, различных по крупности и качеству (один — три схода и один — четыре прохода). Количество продуктов регулируют соответствующей установкой перекидных клапанов в машине.

Таблица 1 Эффективность работы ситовеек А1-БСО при обогащении промежуточных продуктов

Продукт	Выход фракций, %	Относительное снижение
Продукты 1-го		
крупная крупка	75...80	30...40
средняя и мелкая	85...90	15...20
дунст	90...95	10...15
Продукты 2-го		
крупная крупка	25...35	60...70
средняя и мелкая	40...50	40...50
дунст	79...80	20...30

Крупки, полученные проходом первых двух-трех сит нижнего яруса ситовеечных машин, должны состоять преимущественно из частиц эндосперма; крупки, получаемые проходом последнего сита и сходом нижнего яруса,— из частиц эндосперма со стростками оболочек; сход верхнего яруса сит должен состоять преимущественно из оболочек с остатками эндосперма; сход среднего яруса сит в зависимости от качества можно объединять с верхним сходом.

Работа ситовеечной машины считается эффективной, если:

зольность верхнего схода в 2...3 раза выше зольности поступающего продукта;

зольность нижнего схода в 1,5...2 раза ниже зольности верхнего схода;

достигается снижение зольности проходовой фракции по сравнению с зольностью поступающего продукта: для крупной крупки на 40...50%; средней — на 30...40%; мелкой — на 20...25%; дунстов на 10... 15% (табл. 1).

Расстановка сит в ситовеечной машине осуществляется по следующим правилам:

- при обогащении крупной крупки сита в ситовейках разрезают на 1-2 номера;
- для средних крупок — на 2-3 номера;
- для мелких крупок — на 3-4 номера;
- для дунстов — на 4-5 номеров;
- каждое последующее сито в каждом из трех ярусов ситовеечной машины должно быть на один номер **реже** предыдущего;
- каждое сито нижележащего яруса должно быть на один номер **гуще** соответствующего сита вышележащего яруса.

1. Провести расстановку сит в ситовеечной машине если:

- в ситовейку подается средняя крупка;
- в ситовейку подается крупная крупка (в соответствии с табл.2-4).

Таблица 2 – Ткань капроновая для сит первого сорта (физико-механические показатели)

№ ткани	Число нитей на 10 см	Размеры отверстий, мкм	Коэффициент живого сечения, %
7	70±10	1093±110	58,5
8	80±10	1013±101	65,6
9	90±10	874±79	62,0
10	100±10	763±75	58,2
11	110±10	677±71	54,6
12	120±10	596±59	51,2
13	130±15	619±57	64,8
14	140±15	564±55	62,3
15	150±15	517±52	60,1
16	160±15	475±46	57,8
17	170±15	438±45	55,5
18	180±15	405±44	53,0
19	190±11	420±39	63,7
20	200±13	394±37	62,0
21	210±13	370±37	60,4
23	230±14	329±32	57,2
25	250±15	294±31	54,0
27	270±16	264±28	50,8
29	290±23	258±26	56,0
32	320±23	226±23	52,3
35	350±23	219±22	56,1
38	380±23	195±21	54,9
43	430±26	165±18	48,5
46	460±28	156±16	50,2
49	490±29	143±15	47,7
52	520±31	142±15	53,4
55	550±33	132±14	51,5
58	580±35	122±13	48,9
61	610±37	114±12	47,0
64	640±38	106±12	45,1
67	670±40	99±11	35,5
70	700±42	93±9	41,5
73	730±44	93±9	41,5
76	760±46	82±9	48,9

Таблица 3 – Шелковая утяжеленная ткань для крупочных сит (переплетение нитей – ажурное)

№ ткани	Размеры отверстий, мкм	Старый номер ткани (для справок)
71	150	18
80	100	22
90	900	24
100	800	26
110	710	30

120	630	32
130	560	34
140	530	36
150	500	40
160	450	42
170	400	46
190	360	50
200	315	54
230	280	60
250	250	66
280	220	72

Таблица 4 – Шелковая облегченная ткань для мучных сит (переплетение нитей ткани с 7 по 32 номер – ажурное, с 35 по 76 – смешанное)

№ ткани	Размеры отверстий, мкм	Старый номер ткани (для справок)
7	1260	0000
9	900	000
11	710	00
15	500	0
19	400	1
21	360	2
23	315	3
25	280	4
27	250	5
29	220	6
32	200	7
35	180	8
38	160	9
43	140	10
46	125	11
55	110	14
61	100	16
67	90	19
73	80	21
76	71	25