



А.С. Красиков

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ**

Екатеринбург
2014

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра инновационных технологий
и оборудования деревообработки

А.С. Красиков

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
для студентов очного и заочного отделений направлений подготовки
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»,
35.03.02 и 35.04.02 «Технология лесозаготовительных и
деревоперерабатывающих производств»

Екатеринбург
2014

Печатается по рекомендации методической комиссии ИЛБиДС.
Протокол № 5 от 10 сентября 2013 г.

Рецензент – В.И. Сулинов, канд. техн. наук доцент

Редактор А.Л. Ленская
Оператор компьютерной верстки Т.В. Упова

Подписано в печать 20.08.14		Поз. 24
Плоская печать	Формат 60×84 1/16	Тираж 10 экз.
Заказ №	Печ. л. 1,86	Цена руб. коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

ВВЕДЕНИЕ

Учебная дисциплина «Обеспечение жизненного цикла технологического оборудования» – это специальная дисциплина, которая является завершающей в процессе обучения и используется при дипломном проектировании, а также имеет большое самостоятельное значение в практической деятельности инженера. Дисциплина состоит из разделов: монтаж оборудования, теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования, изнашивание оборудования и смазка, основы технической эксплуатации оборудования, технология ремонта деревообрабатывающего оборудования и организация ремонтной службы.

Основная задача дисциплины – получение студентами глубоких теоретических знаний и некоторых практических навыков по обеспечению и поддержанию жизненного цикла технологического оборудования и машин. Рассматриваются такие элементы жизненного цикла оборудования, как монтаж, техническая эксплуатация и организация ремонта, от которых в большой мере зависят устойчивость и жизнеспособность предприятия.

Лабораторные работы выполняются с целью закрепления теоретических знаний и развития практических навыков, необходимых студентам в их будущей деятельности по избранной специальности.

Отчет по каждой лабораторной работе выполняется студентами индивидуально и защищается у преподавателя.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Выверка ременных передач

Цель работы. Закрепить теоретический материал, полученный на лекционных занятиях, и получить навыки в выверке параллельности валов и натяжении ремней ременных передач.

1. Методы выверки ременных передач

Долговечность ременной передачи зависит от правильности взаимного расположения шкивов и от установленной величины предварительного натяжения ремней. Одной из обычных причин внепланового простоя оборудования с ременным приводом является перекос шкивов (рис. 1). Перекос вызывает увеличение контактных нагрузок и как следствие ускоренный износ ремня и самого шкива и приводит к повышению уровня вибрации и шума. Эти явления становятся причиной остановки всего механизма.

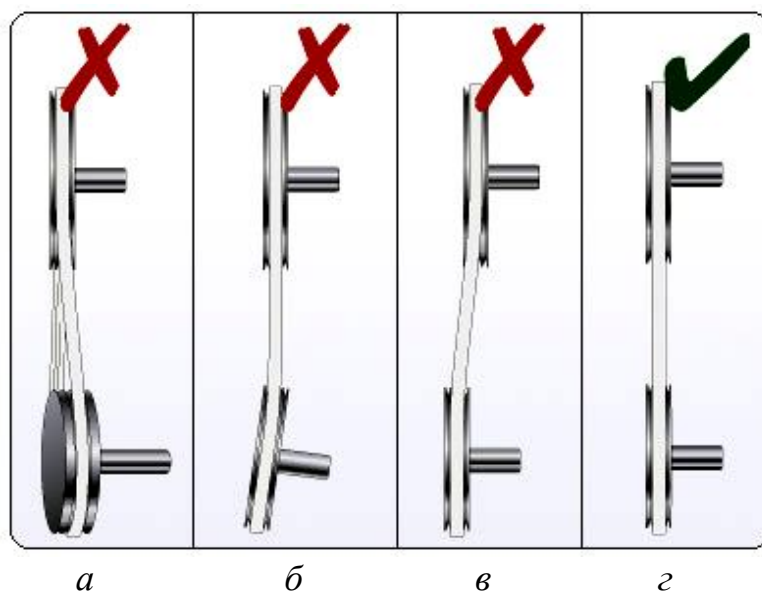


Рис. 1. Возможные взаимные положения шкивов ременных передач:

- а* - вертикальный угловой перекося;
- б* - горизонтальный угловой перекося;
- в* - параллельный перекося (осевое смещение);
- г* - точная выверка

Другим следствием повышенных контактных нагрузок и вибрации является преждевременный выход из строя подшипников, что также приводит к внеплановой остановке машины.

Необходимая точность взаимного расположения шкивов обеспечивается при монтаже электродвигателя. При этом добиваются параллельности вала электродвигателя и ведомого вала, а также совпадения ручьев шкивов клиноременной передачи или середины шкивов плоскоременной передачи путем смещения одного из шкивов по оси вала.

Перекося шкивов не должны превышать допустимые значения, оговоренные в технической документации на оборудование. Допускаемый перекося осей валов зависит от скорости их вращения. Обычно допускаемый перекося осей валов не должен превышать 1° . Некоторые изготовители ремней рекомендуют максимальный горизонтальный угол перекося порядка $0,5^\circ$ или даже $0,25^\circ$. Параллельный перекося (осевое смещение шкивов) x не должен превышать 2 мм/м (2 мм при межосевом расстоянии 1 м).

Вал электродвигателя и ведомый вал обычно недоступны для измерения их параллельности, так как на них насажены шкивы. Поэтому выверку ременной передачи ведут по торцовым обработанным поверхностям шкивов, к которым прикладывают ребром поверочную линейку при маленьком межосевом расстоянии или натянутую струну при большом (рис. 2).

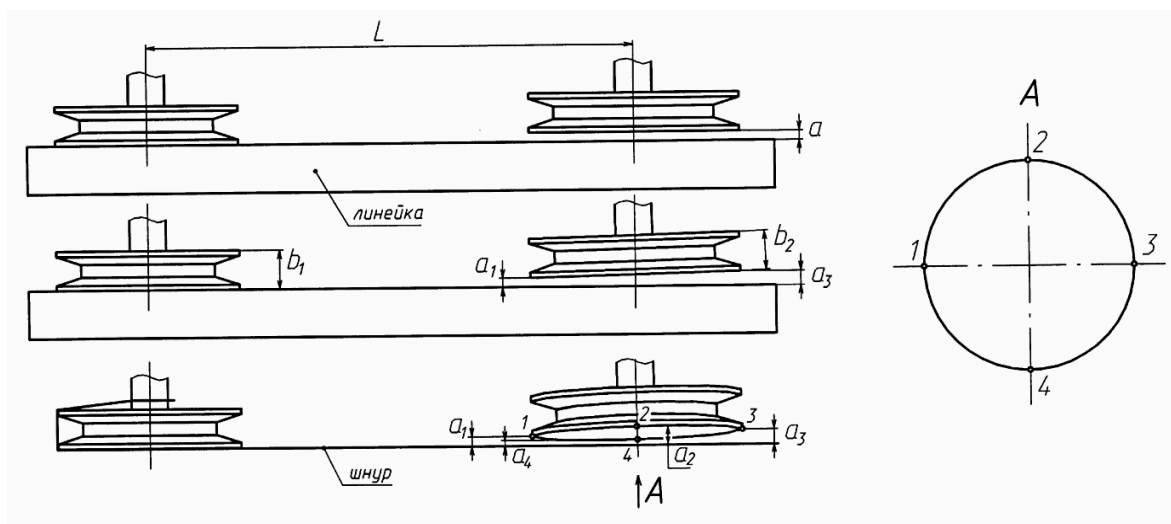


Рис. 2. Выверка ременной передачи

При равной толщине шкивов их торцы должны лежать в одной плоскости. При разной толщине шкивов их торцы должны лежать в параллельных плоскостях, смещенных на $\frac{1}{2}$ разности их толщин. Отклонение точек второго шкива от плоскости первого шкива измеряют линейкой, щупом, штангенциркулем или другим мерительным инструментом в четырех точках на ободе шкива (точки 1, 2, 3 и 4 на рис. 2). Результаты a_1 , a_2 , a_3 и a_4 записывают. Затем рассчитывают горизонтальный угловой перекос $\alpha_{\Gamma}, ^\circ$:

$$\alpha_{\Gamma} = \arcsin \frac{a_3 - a_1}{d_{\text{шк}}},$$

где a_1 , a_3 – отклонение от плоскости точек 1 и 3 соответственно, мм;
 $d_{\text{шк}}$ – диаметр шкива, на котором измерялись отклонения точек от плоскости, мм.

Вертикальный угловой перекос $\alpha_{\text{В}}, ^\circ$:

$$\alpha_{\text{В}} = \arcsin \frac{a_2 - a_4}{d_{\text{шк}}},$$

где a_2 , a_4 – отклонение от плоскости точек 2 и 4 соответственно, мм.

Параллельный перекос (осевое смещение) x , мм/м, рассчитывают по формуле

$$x = \frac{(a_3 + a_1) - (b_1 - b_2)}{2L},$$

где b_1 – толщина шкива, к которому прижата линейка (струна), мм;
 b_2 – толщина шкива, на котором делают замеры отклонений, мм;
 L – расстояние между осями шкивов, м.

Рассчитанные по результатам замеров перекосы сравнивают с допустимыми перекосами и, при необходимости, проводят регулировку положения электродвигателя.

В случае больших межосевых расстояний выверку ременной передачи можно осуществить с помощью отвесов, переброшенных через поперечные оси шкивов, под которыми натянута струна (шнур), как показано на рис. 3. Этот метод менее точный. От середины ведомого шкива до пола опускают два отвеса А и Б и протягивают под ними струну (шнур), образующую прямую линию. От середины шкива электродвигателя тоже опускают два отвеса В и Г и перемещают электродвигатель до совпадения отвесов его шкива со шнуром.

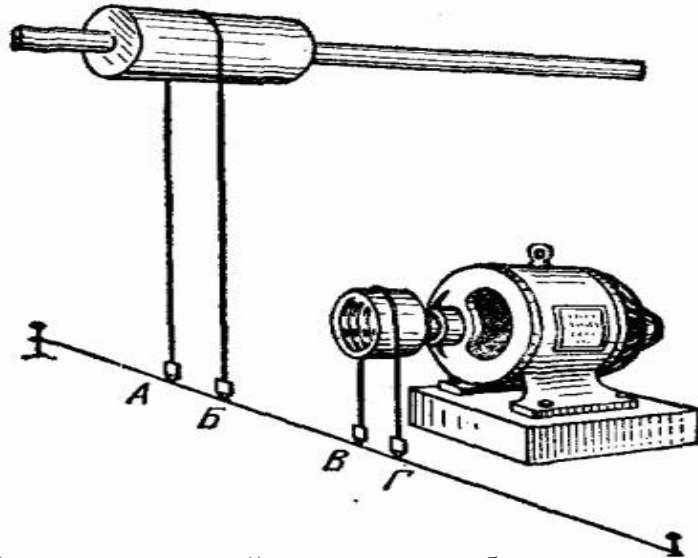


Рис. 3. Выверка ременной передачи при больших межосевых расстояниях и разной ширине шкивов

В последнее время появились приборы, существенно снижающие трудозатраты и повышающие точность выверки ременных передач. Один из таких приборов (SKF) показан на рис. 4.

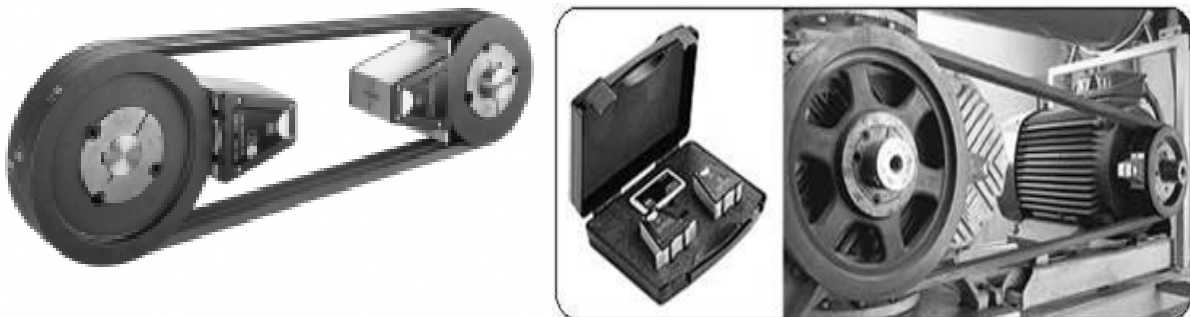


Рис. 4. Прибор для выверки шкивов

Прибор состоит из двух блоков, которые крепятся к шкивам на V-образных установочных элементах с мощными магнитами. Один блок с источником лазерного излучения и другой с приемником. Приемник представляет собой мишень, которая позволяет легко и точно установить вид перекоса (вертикальный, горизонтальный, параллельный или комбинированный) и его величину. С помощью прибора рабочий выполняет регулировки до тех пор, пока луч лазера не попадет точно в центр мишени. Угловая погрешность менее $0,2^\circ$, линейная погрешность менее 0,5 мм.

2. Определение усилия натяжения ремня

Натяжение клиновидных ремней должно быть умеренным. Когда ремни сильно натянуты, возрастают нагрузка на оси и упругая деформация валов, в результате чего ускоряются износ подшипников, поломка валов в результате усталостного износа и более интенсивно растягиваются ремни. Слабо натянутые ремни проскальзывают по канавкам шкивов, сильно нагреваются, в результате быстрее изнашиваются и поверхности канавок, и ремни.

Усилие предварительного натяжения ремня должно быть достаточным для передачи крутящего момента и определяется по формуле

$$S_0 = \frac{2M_k}{d} K,$$

где S_0 – усилие предварительного натяжения ремня, Н;

M_k – крутящий момент, передаваемый одним ремнем, Н·м;

d – диаметр ведущего шкива, м;

K – коэффициент запаса ($K = 1,5$).

Крутящий момент, передаваемый одним ремнем, определяется по передаваемой мощности, частоте вращения и числу ремней по формуле

$$M_k = \frac{1000P}{\omega z} = \frac{30000P}{\pi n z} = 9550 \frac{P}{n z},$$

где P – потребляемая мощность, кВт;

ω – угловая скорость вала, рад/с;

n – частота вращения вала, мин⁻¹,

z – число ремней в передаче.

Усилие предварительного натяжения проверяется по допустимому напряжению в сечении ремня по формуле

$$S_0 \leq \sigma_0 F_p,$$

где σ_0 – допустимое напряжение в сечении ремня от предварительного натяжения (для клинового ремня $\sigma_0 = 1,5$ МПа, для плоского ремня $\sigma_0 = 1,8$ МПа);

F_p – площадь поперечного сечения ремня (табл. 1), мм².

Таблица 1

Площадь поперечного сечения клиновых ремней F_p

Обозначение сечения	Z (О)	A	B (Б)	C (В)	D (Г)
Площадь сечения F_p , мм ²	47	81	138	230	476

Усилие предварительного натяжения S_0 измеряется по величине деформации ветви ремня при приложении к её середине нагрузки с помощью пружинного динамометра. Нагрузка прикладывается по нормали к ветви и не должна превышать 50 Н.

Схема определения величины предварительного натяжения ремня S_0 представлена на рис. 5.

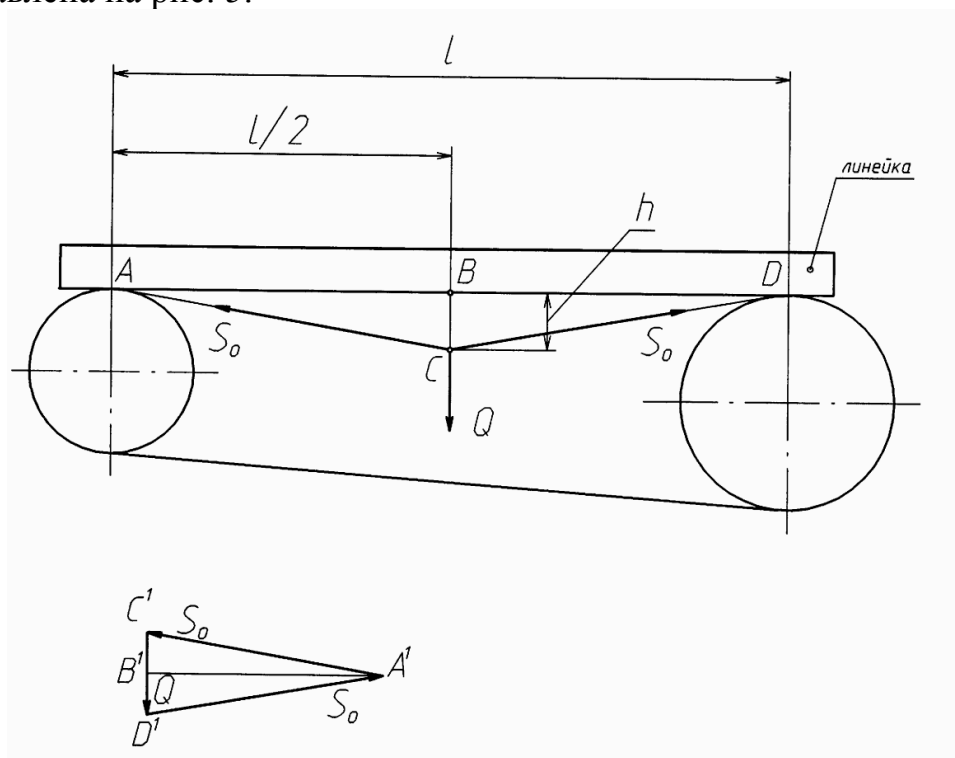


Рис. 5. Схема определения предварительного натяжения ремня

Зависимость между деформацией h и усилием натяжения S_0 устанавливается из подобия треугольника ABC и треугольника сил $A'B'C'$ (рис. 5):

$$\frac{BC}{AB} = \frac{B'C'}{A'B'} \approx \frac{B'C'}{A'C'}$$

так как угол BAC мал при приложении маленькой нагрузки (≤ 50 Н). После подстановки значений $BC = h$; $AB = l/2$; $B'C' = Q/2$; $A'C' = S_0$ в формулу получим

$$S_0 = \frac{Ql}{4h}$$

где Q – нагрузка в середине длины ветви ремня, Н;

l – расстояние между точками контакта ремня со шкивом, мм;

h – деформация ветви ремня в точке приложения нагрузки Q , мм.

Усилие предварительного натяжения ремня может быть определено с помощью динамометра (гири), поверочной линейки и измерительной слесарной линейки или с помощью приспособления, показанного на рис. 6.

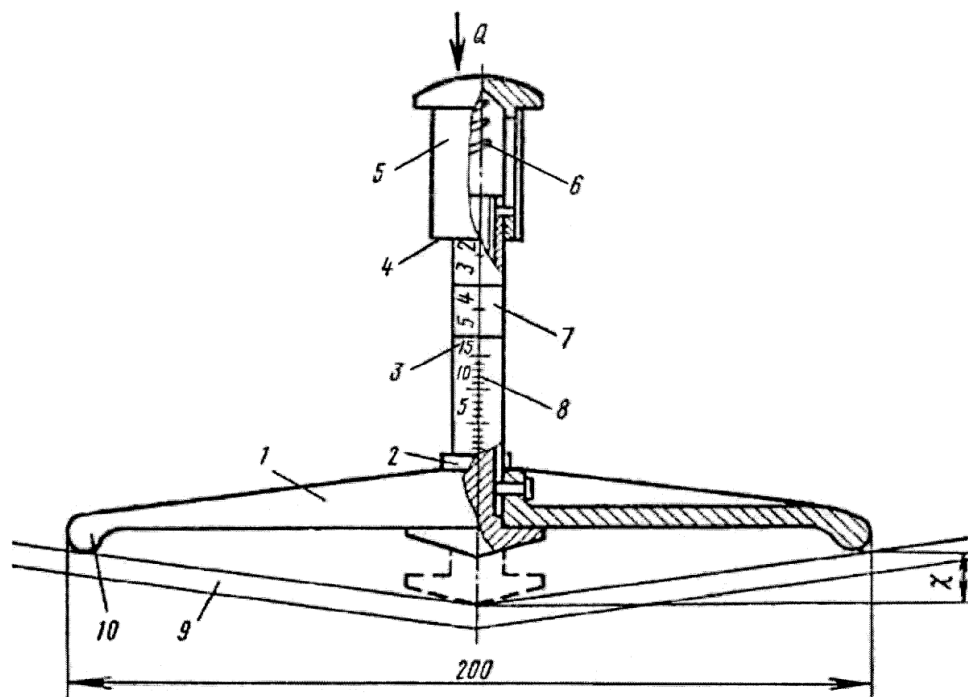


Рис. 6. Приспособление для контроля натяжения ремней

При использовании приспособления для контроля натяжения ремней отводят установочное кольцо 2 в исходное положение — до упора в планку 1. Затем приспособление прикладывают бортиками 10 к ветви ремня 9, располагая примерно посередине длины между осями валов. Нагружают ветвь силой Q посредством колпачка 5 с защитной насадкой 4, пружины 6 и стержня 3.

Прикладывая нагрузку, следят, чтобы торец колпачка совмещался с определенным значением (S_0 , кгс) на шкале 7. При этом стержень, перемещаясь в отверстии планки 1, образует стрелу прогиба ветви ремня x , по которой судят о состоянии натяжения. Высоту (h , мм) стрелы прогиба определяют по показанию на шкале 8, на котором остановилось кольцо 2 при нагружении ветви. Если стрела прогиба менее нормы, натяжение ослабляют и, наоборот, при большей стреле прогиба натяжение увеличивают.

Численное значение величины предварительного натяжения ремня S_0 можно рассчитать по формуле, где $l=200$ мм, $h=x$:

$$S_0 = \frac{200Q}{4x} = 50 \frac{Q}{x}.$$

Фирма "Weinig" для контроля силы натяжения плоских ремней привода шпинделей рекомендует нанести на еще не натянутый ремень две метки на расстоянии 200 мм друг от друга. Затем натягивать ремень, контролируя по меткам его удлинение. Например, для ремня NE 22, передающего мощность 5,5 кВт, удлинение ремня должно быть 1,0...1,4 мм.

Существуют и другие методы и приборы для контроля натяжения ремней. Например, приборы, которые измеряют частоту колебаний натянутого ремня. По известной частоте колебаний и геометрическим размерам ременной передачи (сечение ремня, диаметр шкивов и межосевое расстояние) по таблицам определяют предварительное натяжение ремня S_0 .

3. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с заданной преподавателем исследуемой ременной передачей. В отчете привести эскиз передачи.

2. Изучить методы выверки ременных передач и определения натяжения ремня.

3. Выполнить с помощью поверочной линейки (шпагата) и слесарной линейки замеры и рассчитать перекосы исследуемой ременной передачи. Сравнить рассчитанные перекосы с допустимыми перекосами.

4. Рассчитать требуемое натяжение ремня.

5. Определить фактическое натяжение ремня. Замеры выполнить с помощью поверочной линейки, пружинного динамометра или гири и слесарной линейки.

6. Сделать выводы и написать рекомендации по исследуемой ременной передаче.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Смазочные материалы и смазка оборудования

Цель работы. Закрепить теоретический материал, полученный на лекционных занятиях, и приобрести навыки разработки и составления карты смазки.

1. Типы смазок и их применение

Современные машины и агрегаты характеризуются конструктивной сложностью и повышенной точностью, работой узлов трения при высоких нагрузках, температурах и скоростях. В этих условиях их надежная работа может быть обеспечена только безотказно работающими смазочными устройствами и применением высококачественных смазочных материалов.

Основным руководящим материалом, обеспечивающим правильность и своевременность смазывания поверхностей трения, являются инструкции по эксплуатации оборудования.

Производство смазок и масел базируется на механизмах перегонки нефти, так как нефть – основной и наиболее часто используемый компонент смазок. Кроме неё для изготовления смазочных материалов могут использоваться синтетические или органические масла растительного происхождения. По показателям вязкости все смазки в соответствии с международной классификацией делят на твёрдые, полутвёрдые (пластичные), полужидкие, жидкие, газообразные.

На выбор смазочного материала влияют рабочие нагрузки, условия окружающей среды, тип механизма, скорость движения детали. Общие требования, предъявляемые к смазкам, сводятся к следующему:

- иметь однородную структуру;
- обладать хорошей смазывающей способностью;
- не застывать при низких температурах;
- не содержать влаги и механических примесей;
- иметь хорошую механическую и химико-физическую стабильность;
- создавать герметичную защиту детали;
- обладать антиокислительными свойствами.

Смазка промышленных станков и механизмов производится согласно картам смазки, в которых обозначаются смазываемые места, временной интервал и наиболее подходящая марка смазки. Подшипники качения могут нагреваться до высоких температур. В таких условиях масло не сможет удерживаться в узлах трения, поэтому не обеспечит необходимой защиты.

Пластичная смазка имеет стойкий коллоидный каркас, благодаря которому при нормальных температурах вещество остаётся полутвёрдым, а при более интенсивных нагрузках приобретает свойства жидких масел, сохраняя все защитные и антифрикционные свойства.

Система смазки станка предусматривает применение жидких минеральных масел и пластичных смазок с подходящими показателями вязкости и пенетрации (проникающей способности). Выбор конкретной марки смазки зависит от условий работы станка и скоростей эксплуатации узла. Чем выше скорость относительного скольжения и меньше удельное давление в узле трения, тем более жидким должен быть смазочный материал.

Смазка выполняет ряд важных функций в механизме: уменьшает коэффициент трения, благодаря образованию смазочной плёнки, способствует отводу тепла от детали, уменьшает удельную нагрузку.

Смазка станков должна проводиться с определённой периодичностью, ведь со временем смазка испаряется, стекает, загрязняется и начинает терять свои защитные свойства. Также из-за влияния рабочих вибраций может происходить разрыв масляной плёнки, которая восстанавливается только при повторном нанесении смазки. Квалифицированное обслуживание оборудования позволяет повысить КПД работы станка, увеличивает ресурс его деталей, гарантирует точное функционирование механизма и значительно снижает потери энергии при трении.

Необходимое количество смазочных материалов определяют, руководствуясь данными карты смазки и инструкцией по эксплуатации станка. Каждый механизм за год отработывает определённое количество дней и часов и имеет установленную норму часового расхода смазки.

Жидкая смазка применяется при высоких скоростях скольжения. Применение жидкой смазки позволяет создать режим жидкостного трения без соприкосновения металлических поверхностей, а, следовательно, при минимальном износе трущихся поверхностей.

Положительные свойства жидких смазок:

1) низкий коэффициент внутреннего трения (малое сопротивление трению);

2) охлаждающее действие;

3) возможность смены без разборки узла;

4) возможность повторного использования смазки (регенерации);

5) возможность контролирования подачи смазки.

Недостатки жидких смазок:

1) легкое вытекание из корпуса, необходимость применения надежных уплотнительных устройств;

2) чувствительность к повышению температуры (вязкость с увеличением температуры уменьшается).

В табл. 2 приведены некоторые марки промышленных масел и области их применения. Цифры в обозначении масел указывают, как правило, кинематическую вязкость.

Таблица 2

Область применения жидких масел

Марка	Наименование	Область применения
И-5А	Дистиллятное масло из малосернистой нефти кислотнo-щелочной очистки	Малонагруженные высокоскоростные механизмы (подшипники и шпиндели с частотой вращения 15-35 тыс. мин ⁻¹)
И-8А		То же, частота вращения 5-15 тыс. мин ⁻¹
И-12		То же, частота вращения до 5 тыс. мин ⁻¹
И-20А, И-30А, И-40А, И-50А	Дистиллятное масло из малосернистой нефти кислотнo-щелочной очистки или из сернистой нефти селективной очистки	В качестве рабочей жидкости в гидравлических системах станков, автоматических линий, прессов, для мало - и средненагруженных зубчатых передач, направляющих качения и скольжения, где не требуются специальные масла
ИГП-4, ИГП-6, ИГП-8	Дистиллятное масло из сернистой нефти глубокой селективной очистки с антиокислительными, противоизносными, антикоррозионными, противопенными присадками	Для высокоскоростных механизмов. Могут заменять масла И-5А, И-8А при соответствии вязкости
ИГП-18, ИГП-30, ИГП-38, ИГП-49		В качестве рабочей жидкости в гидравлических системах станков, автоматических линий, прессов, для высокоскоростных коробок передач, мало - и средненагруженных редукторов и червячных передач, электромагнитных и зубчатых муфт, вариаторов, подшипниковых узлов, направляющих качения и скольжения, где требуются масла с улучшенными или противоизносными свойствами

Марка	Наименование	Область применения
ИГП-72, ИГП-91, ИГП-114		В качестве рабочей жидкости в гидравлических системах тяжелого прессового оборудования. Для средненагруженных зубчатых и червячных редукторов. В циркуляционных системах смазки
ИГП-152, ИГП-182		Для нагруженных зубчатых и червячных передач, коробок скоростей и редукторов
ИГСп-18 (И-ГН-Д-32с), ИГСп-38 (И-ГН-Д-68с)	Дистиллятное масло из сернистой нефти глубокой селективной очистки с антиокислительными, противоизносными, противозадирными, антикоррозионными, противопенными присадками	В качестве рабочей жидкости в гидросистемах, работающих при высоком давлении, для смазывания направляющих скольжения, осуществляемого из гидравлической системы
ИСП-25, ИСП-40, ИСП-65, ИСП-110	Дистиллятное масло из сернистой нефти глубокой селективной очистки с антикоррозионными, противозадирными, противоизносными присадками	Масла индустриальные серии ИСП применяются для смазывания зубчатых передач и направляющих станков повышенной и высокой точности. Обеспечивают бесперебойную работу оборудования за счет высоких трибологических характеристик
ИРп-40 (ИТД-68), ИРп-75 (ИТД-100), ИРп-150 (ИТД-220)	Дистиллятные и остаточные (смеси) из сернистой нефти селективной очистки с противозадирными, противоизносными, антиокислительными, антифрикционными, противопенными присадками	Редукторные масла для смазывания зубчатых передач, работающих при средних и высоких нагрузках, в том числе при ударных нагрузках
ИНСп-20, ИНСп-40 (И-Н-Е-68), ИНСп-65 (И-Н-Е-100), ИНСп-110	Дистиллятные и остаточные (смеси) из сернистой нефти селективной очистки, содержащие противоскачковую, противозадирную, адгезионную, солюбилизирующую, антипенную присадки	Применяют для смазывания направляющих скольжения и качения станков, передач «ходовой винт - гайка» станков особо высокой точности, с программным управлением, станков тяжелых и других, где требуются равномерность медленных перемещений, точность и чувствительность установочных перемещений, а также, где необходимо снизить уровень коэффициентов трения в статических и кинетических условиях

Для обслуживания узлов, находящихся в тяжелых условиях работы и испытывающих критические нагрузки, применяются специальные смазочные материалы – *пластичные, или консистентные, смазки*. Их главная особенность – способность менять агрегатное состояние и совмещать признаки твёрдого и жидкого тела в зависимости от окружающих условий и эксплуатационных нагрузок. Пластичные смазки состоят из базового

масла, загущенного мылами, а также присадок и разнообразных добавок, которые улучшают рабочие характеристики продукта, позволяя увеличить срок службы смазки и КПД агрегатных узлов. Во многих случаях пластичная смазка наносится на весь срок службы детали и требует замены только при ремонте.

Для консистентных смазок основной характеристикой является температура каплепадения, при которой происходит падение первой капли смазки. Пластичные смазки условно можно разделить на две большие группы:

- смазки общего назначения, применяемые в широком спектре узлов промышленных агрегатов, транспорта и строительной техники;
- специальные смазки, предназначенные для применения в конкретных областях и рассчитанные на специфические условия работы.

К смазкам общего назначения относят смазочные материалы, пригодные для применения в различных узлах трения, начиная от ступичных подшипников и заканчивая шарнирами равных угловых скоростей. Они водостойки, способны работать в широком диапазоне скоростей, имеют стабильные защитные свойства. Смазки общего назначения обычно используются для обслуживания узлов трения в станках на промышленных предприятиях, сельскохозяйственной техники, механического или ручного рабочего инструмента. Однако они не заменяют морозостойкие и другие виды отраслевых смазок. Наиболее известные продукты – Графитная смазка, Солидол, Консталин, Циатим, Литол-24.

Солидолы – кальциевые смазки, содержат свободную и связанную воду, в воде не растворяются. Применяются в условиях влажной среды при t не выше 55°C (без пополнения). При плавлении солидолы теряют воду и распадаются на масло и мыло, после охлаждения свойства не восстанавливаются. Работоспособны при частоте не более 1500 мин^{-1} .

Консталины - натриевые смазки, после расплавления могут застывать и вновь использоваться. Легко растворяются в воде, выделяют кислоты и щелочи, вызывающие коррозию металла. Целесообразно применять при высокой температуре и небольшой влажности.

Наиболее широко в настоящее время применяется универсальная литиевая смазка Литол-24. Это многоцелевая консистентная смазка с хорошими защитными свойствами для узлов трения «металл - металл».

Многоцелевые смазки используются для обработки всех главных узлов механизмов. Они водостойки, обеспечивают хорошее антифрикционное и противозадирное покрытие, эффективно выполняют свои задачи при различном температурном режиме и степени нагрузки деталей. Отличительная особенность Литола-24 – характер дисперсной фазы и наличие антиокислительных и вязкостных присадок. Эта температурная смазка изготавливается путём загущения нефтяных масел литиевым мылом 12 – оксистеариновой кислотой. Таким образом, Литол-24 является видом мыльной смазки с использованием катионов лития. Литиевые смазки совмещают

достоинства натриевых и кальциевых смазок: обладают достаточно высокой температурой каплепадения для работы в напряжённых условиях и характеризуются сильными водоотталкивающими свойствами.

Основные эксплуатационные характеристики Литола-24:

- внешний вид – однородное мазеобразное вещество от светло-жёлтого до коричневого цвета;
- температура каплепадения – не ниже 185°C;
- пенетрация при 25°C – 220-250 мм⁻¹;
- испаряемость при 120°C – не более 6 %;
- вязкость при 0°C и 10 с⁻¹, (Па•с) – не более 280;
- предел прочности при +20°C, (Па) – 500-1000;
- индекс задира – 28.

Литол-24 используется при обслуживании подшипников скольжения и качения всех типов, шарниров, зубчатых передач, поверхностей трения гусеничных и колёсных транспортных средств и других промышленных механизмов. Кроме того, Литол-24 может использоваться как смазка общего назначения, так как обладает отличной водостойкостью, высокой прочностью и низким показателем испаряемости масла-основы.

Несмотря на положительные характеристики, смазка Литол-24 во многом уступает новейшим продуктам, которые изготовлены на основе Литола-24 с добавлением различных присадок.

К специальным смазкам относятся:

- *смазки для электрических машин* – используются для смазывания подшипников качения электродвигателей, судовых электрических машин. Должны обладать хорошими противоизносными и противозадирными свойствами, быть стойкими к окислительным процессам. Представители по ГОСТу: ВНИИНП-242, ЛДС-1, ЛДС-3, СВЭМ;

- *автомобильные* – обслуживают узлы трения автотранспорта. Легко удерживаются в узлах, где жидкое масло вытекает, и обеспечивают герметичность. Представители по ГОСТу: Литин-2, ШРУС-4, ДТ-1, ШРБ-4;

- *термостойкие смазки* – могут работать при температурах до 150 - 200°C, а некоторые и выше. Используются, например, в узлах нанесения клея-расплава кромкооблицовочных машин. Это дорогие смазки и использовать их в нормальных условиях работы не рационально.

Основные разновидности термостойкой смазки:

- *комплексные кальциевые* – смазки на основе загустителя из комплексных кальциевых мыл высших жирных кислот. Широко распространены благодаря своей невысокой цене и доступности. К этим смазкам относятся ЦИАТИМ-221С, Униол-1, ВНИИНП-207, ВНИИНП-214, ВНИИНП-219, причём последние в качестве добавки содержат долю дисульфида молибдена, который повышает антифрикционные свойства смазки и увеличивает способность смазочного материала к адгезии;

- *натриевые* – в настоящее время практически не используются в связи с увеличением средних рабочих температур и появлением новых современных продуктов, способных стабильно выдерживать экстремальные нагрузки;

- *силикагелевые* – применяются в промышленных механизмах различных типов. Изготавливаются на нефтяном масле, поэтому несколько ниже в цене, чем аналогичные продукты с синтетическим сырьём;

- *полимерные* – термостойкие смазки, в качестве загустителя использующие полиуретаны или фторопласт. Характеризуются высокими антифрикционными свойствами. Главные представители: ВНИИНП-233, ВНИИНП-269;

- *пигментные* – слабоструктурированные смазки на основе пигментных загустителей, чаще всего применяемые в скоростных подшипниках электромашин. Наиболее широко применяются термостойкие смазки ВНИИНП-235 и ВНИИНП-234;

- *графитные* – характеризуются высокими механическими и противозадирными свойствами, низкой испаряемостью. Стабильно работают при температуре +250...300°С. Применяются в тихоходных узлах трения.

Основные характеристики смазок

Внешний вид – цвет и агрегатное состояние. Традиционно пластичные смазки – это мазеобразное однородное вещество от светло-жёлтого до чёрного цвета.

Характер загустителя – показатель того, какая дисперсная фаза используется при производстве смазки. Загуститель имеет определяющее значение для свойств смазки.

Вязкость – определяет возможность использования смазки в условиях низких температур, а также стойкость продукта к нагрузкам. Измеряется с помощью вискозиметра и не должна превышать 2 кПа·с при скорости деформации 10 с⁻¹.

Испаряемость – зависит от характеристик базового масла и служит показателем стабильности состава смазки.

Класс опасности – определяет опасность химического вещества для окружающей природы и людей. Обычно пластичные смазки имеют IV класс опасности (малоопасны).

Консервационные (защитные от коррозии) свойства – оценивают стойкость смазки к воздействию влажности, повышенной температуры, SO₂ и других агрессивных сред.

Механическая стабильность – её показатели основываются на реологических свойствах смазки, то есть способности восстанавливаться после воздействия нагрузок.

Пенетрация – показатель прочности и подвижности смазки, тесно связанных с вязкостными характеристиками.

Предел прочности на сдвиг – величина нагрузки, после которой смазка из пластичного состояния переходит в жидкое.

Содержание воды – пластичные смазки содержать влагу не должны.

Температура каплепадения – условно показывает температуру плавления дисперсной фазы смазки.

Химическая стабильность – стойкость смазки к возникновению химических реакций с кислородом и другими веществами.

2. Способы и системы смазки

Классификация способов смазки. Различают индивидуальный и централизованный способы смазки. При индивидуальном способе смазка подводится к каждой трущейся паре отдельным независимым устройством. При централизованном способе одно устройство обеспечивает смазку нескольких трущихся пар.

По времени действия смазка бывает периодической и непрерывной. При периодической смазке смазка подается порциями через некоторые сравнительно длительные промежутки времени, устанавливаемые правилами эксплуатации или определяемые конструкцией устройства. Непрерывной называется смазка, подаваемая непрерывно или через короткие одинаковые промежутки времени.

Смазка может подаваться без принудительного давления за счет силы тяжести или капиллярных свойств специальных фитилей и с принудительным давлением, создаваемым насосом с механическим или ручным приводом.

Смазка может быть использована однократно или многократно. В последнем случае, пройдя через трущиеся поверхности, смазка снова возвращается к ним для повторного использования (это относится только к жидкой смазке). По характеру циркуляции масла в системе различают проточные и циркуляционные системы. При проточной системе масло после использования не возвращается к трущимся парам. В циркуляционной системе отработавшее масло многократно возвращается к трущимся парам, предварительно пройдя очистку.

3. Подбор смазочных материалов и особенности их эксплуатации

Смазочные материалы для подшипников качения и скольжения

При выборе марки смазки нужно обращать внимание на рабочую температуру смазки. Чаще всего используется для смазки подшипниковых узлов в нормальных условиях литиевая консистентная смазка Литол-24.

Наиболее употребляемый способ смазывания подшипников качения мазями – набивка. Смазку закладывают в корпус подшипника примерно на 2/3 его объема. Ориентировочное количество смазки ($Q, г$) можно подсчитать по формуле

$$Q = 3,5d ,$$

где d – диаметр вала, мм.

Пополнение смазки выполняют через пресс-масленки или при снятой крышке подшипника. Широко распространилась практика использования

закрытых подшипников с заложенной в них смазкой на весь срок службы подшипников. Такие узлы не требуют пополнения смазки.

При высоких скоростях работы узла могут использоваться жидкие смазки, которые подаются в подшипник через масленки (фитильные, наливные, плунжерные и др.), или организуется непрерывная подача масла из резервуара.

Смазочные материалы для направляющих скольжения

Для смазки направляющих скольжения предпочтительней минеральные масла. Пластичные смазки используются только в тех случаях, когда в силу каких-либо обстоятельств невозможно или затруднено смазывание маслами. Смазки легко засоряются пылью, стружкой и, удерживая их в себе, создают неблагоприятные условия для работы направляющих. Масла смывают стружку и абразивы и предупреждают тем самым износ. Используется централизованная или индивидуальная система смазки.

Масла для зубчатых и червячных передач

Смазочные материалы для передач выбираются с учетом режима работы, нагрузок, скоростей и температуры. Для червячных передач масла должны содержать антифрикционную, а для гипоидальных – противозадирную присадки.

Зубчатые передачи при окружных скоростях шестерни до 15 м/с смазываются посредством масляных ванн. При циркуляционном смазывании давление масла из сопла не должно превышать 0,05...0,08 МПа.

Масла и масляные смазки для цепей

Масла дают лучшие результаты смазки, так как легче проникают в зазоры. Перед нанесением на цепь пластичные смазки следует слегка нагреть. Для предотвращения загрязнения цепи механическими примесями излишки смазочного материала снимаются.

При смазывании цепей вручную, капельницей или в масляной ванне масло подается на холостую ветвь в месте набегания ее на малую звездочку. Чем больше скорость цепи, тем более вязкое масло следует применять, так как при вращении центробежные силы стремятся сбросить смазку.

4. Разработка карты смазки

Карта смазки включает в себя схему смазки, непосредственно карту смазки, рекомендации по совместимости и взаимозаменяемости смазочных материалов. При разработке карты смазки оборудования необходимо соблюдать следующие требования:

- карта смазки должна состоять из схемы смазывания машины (схематический чертеж основных узлов машины или ее кинематическая схема);

- таблица смазки должна включать информацию, необходимую эксплуатационным службам;

- следует предусмотреть эффективные смазочные материалы, обеспечить их возможную унификацию и выполнение требований по совместимости смазочных материалов;

- при указании периодичности замены и пополнения узлов трения свежими смазками следует учитывать технологические режимы и условия работы оборудования.

В качестве примера на рис. 7 и в табл. 3 даны схема и карта смазки четырехстороннего станка «Унимат 23».

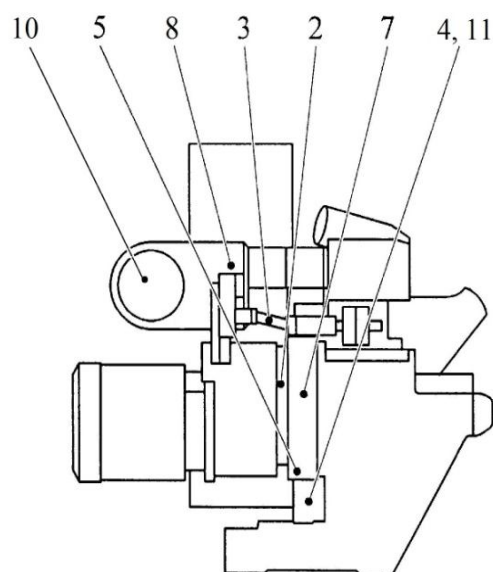
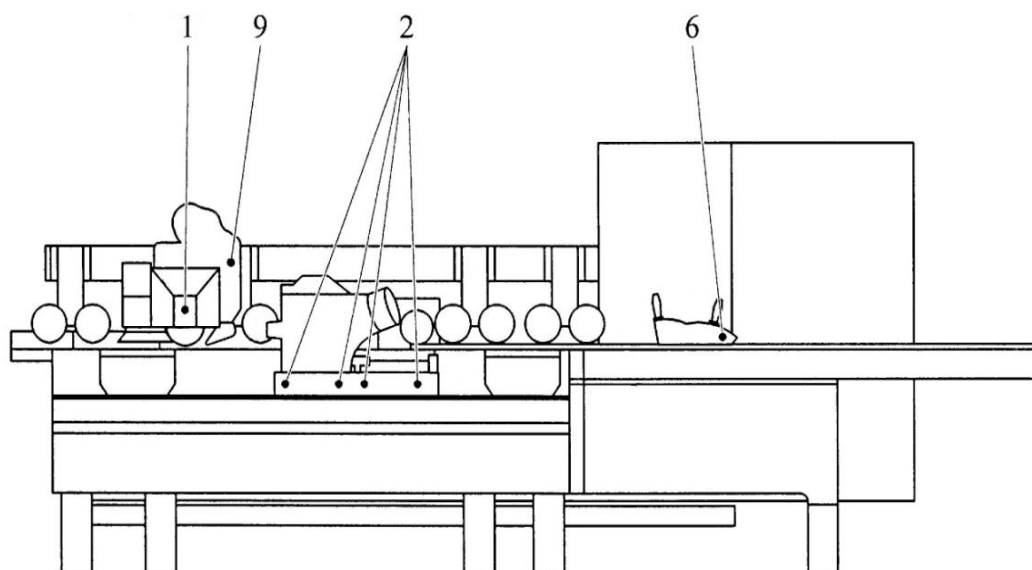


Рис. 7. Схема смазки четырехстороннего станка «Унимат 23»
(расшифровка позиций – в табл. 3)

Карта смазки четырехстороннего станка «Унимат 23»

Позиция	Место смазки	Смазочный материал	Периодичность смазки, час	Кол-во смазки	Примечание
1	Шпиндели: аксиальные направляющие, ходовые винты и гайки	Литол-24	480 (4 раза в год при односменной работе)	Один выжим шприца	До выступления смазки
2	Шпиндели: направляющие «ласточкин хвост»	Литол-24	160 (12 раз в год)	Один выжим шприца	До выступления смазки
3	Карданные валы	Литол-24	160 (12 раз в год)	Один выжим шприца	–
4	Винт-гайка подающей траверсы (подъем /опускание)	Литол-24	480 (4 раза в год)	Один выжим шприца	–
5	Установочные винты всех шпинделей	Литол-24	480 (4 раза в год)	Слегка смазать кистью	Предварительно очистить
6	Загрузочный стол: все перемещения	Литол-24	480 (4 раза в год)	Один выжим шприца	–
7	Направляющие подающей траверсы	Литол-24	480 (4 раза в год)	Один выжим шприца	–
8	Коробки передач механизма подачи	ИРп-150 (ИТД-220)	160 (12 раз в год)	До отметки на стекле	Замена масла через 2 года
9	Прижимы верхнего шпинделя	Литол-24	480 (4 раза в год)	Один выжим шприца	–
10	Валы вариатора	Литол-24	160 (12 раз в год)	Два выжима шприца	–
11	Червячный редуктор подъема /опускания траверсы	ИРп-150 (ИТД-220)	160 (12 раз в год)	До уровня заливного отверстия	Замена масла через 2 года

5. Порядок выполнения работы

1. Изучить свойства смазочных материалов и условия их выбора.
2. Составить схему или эскиз заданного преподавателем станка с указанием точек смазки, например, как это указано на рис. 7.
3. Заполнить таблицу смазки на заданный станок, подобную табл. 3, пользуясь методическими указаниями по выбору смазки типовых трущихся частей станков и составленной схемой станка по пункту 2.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Прогнозирование показателя ремонтпригодности оборудования

Цель работы. Закрепить теоретический материал, полученный на лекционных занятиях, и приобрести навыки оценки ремонтпригодности оборудования

1. Прогнозирование ремонтпригодности машины

Определение показателей ремонтпригодности является сложной задачей в силу ряда особенностей.

Во-первых, показатели ремонтпригодности зависят от большого числа как конструктивных, так и внешних факторов, которые в большинстве своем еще не установлены. Во-вторых, далеко не все свойства конструкции, влияющие на ремонтпригодность, можно оценить количественно, например, такие, как удобство проведения ремонтных и профилактических работ, и др.

Указанные особенности вынуждают решать задачу оценки уровня ремонтпригодности изделия на стадии проектирования и эксплуатации в основном такими методами, как сравнение с прототипом, качественная оценка и экспертный метод по баллам, количественная оценка. Достоинство этих методов заключается в их простоте.

В качестве конструктивных характеристик, влияющих на ремонтпригодность машины, используются следующие: тип сборочных единиц, частота обслуживания, ресурс, ориентировочное число точек крепления, наличие датчиков контроля технического состояния, простота обслуживания, условия обслуживания, масса, конструкция, мощность и др.

2. Метод количественной оценки

Предпосылкой метода количественной оценки показателя ремонтпригодности явилось распространение методов теории вероятностей и математической статистики на решение задач качества и надежности при проектировании, производстве и эксплуатации машин. Характеристики качества и надежности машин, в том числе и характеристики ремонт-

пригодности, рассматриваются как случайные величины, описываемые определенными законами распределения.

Одним из методов решения этой задачи явилось применение регрессионного анализа, позволяющего установить количественные зависимости между характеристиками (параметрами) конструкции и характеристиками (показателями) ремонтпригодности изделия. Параметром может служить модель ремонтпригодности, полученная с помощью множественной регрессии.

Показатель ремонтпригодности – среднее время ремонта при устранении отказов элемента системы. Этот показатель количественно связан зависимостью регрессионного вида с тремя группами факторов: особенностями конструкции (А), средствами и условиями обслуживания, определяемыми конструкцией изделия (В), и требованиями к квалификации и возможностям обслуживающего персонала (С).

Факторы оцениваются балльным методом.

В форме 1 представлена балльная количественная оценка конструкции. Считается, что каждый из 15 перечисленных в форме 1 конструктивных факторов может иметь три варианта решения с присвоением соответствующего балла.

В формах 2 и 3 представлена балльная количественная оценка требований к обслуживанию, к квалификации и возможностям обслуживающего персонала.

Для конструкции, ремонтпригодность которой предсказывается, производится расчет значений А, В, С по формам 1, 2 и 3 путем суммирования баллов оценки каждой особенности конструкции изделия, требований к обслуживанию и требований к обслуживающему персоналу.

Для облегчения расчетов значений А, В и С баллы по каждому показателю записывают в формулу 4. Полученные значения А, В, С подставляются в уравнение регрессии:

$$\lg T_B = 3,54651 - 0,02512A - 0,03055B - 0,01093C,$$

где T_B – показатель ремонтпригодности изделия (время восстановления в минутах).

Решая данное уравнение, получают прогнозируемую величину времени ремонта изделия при устранении отказа одного из элементов. Устранение отказов производится методом замены элементов.

Время ремонта изделия при устранении отказа одного из элементов можно определить и по номограмме (рис. 8), представляющей собой графическое решение уравнения регрессии. В результате получается прогнозируемое значение показателя ремонтпригодности проектируемого или эксплуатируемого изделия – среднее время восстановления.

Изложенный метод обычно разрабатывается применительно к определенному типу оборудования и известным методам его обслуживания

в заданных условиях. Изложенный метод достаточно прост, но он содержит некоторую долю субъективизма, что является его недостатком.

Форма 1

Оценка особенностей конструкции машины (факторы группы А)

Показатель	Баллы
1. Внешняя доступность к объектам регулирования: а) доступность обеспечивает манипуляции и зрительный контроль над ними б) доступность обеспечивает только манипуляции в) доступность затрудняет манипуляции и не обеспечивает зрительный контроль	4 2 0
2. Зажимы, задвижки и прочие соединительные элементы (наружные): а) не требуют специального инструмента, открываются с одного поворота, надежны б) обладают одним из трёх указанных качеств в) не обладают указанными качествами	4 2 0
3. Смазка, заправка маслом: а) обеспечена доступность к точкам смазки, заливным пробкам и контрольным устройствам; обеспечена смазка сборочной единицы при любом ее кинетическом положении; заправка осуществляется без разборки узла б) обладает одним из трёх указанных качеств в) не обладает указанными качествами	4 2 0
4. Проверка и подтяжка креплений: а) не ограничен доступ для стандартных ключей, обеспечен беспрепятственный доступ к резьбовым соединениям, требующим периодической проверки и подтяжки б) обладает одним из указанных качеств в) не обладает указанными качествами	4 2 0
5. Очистка машины: а) обеспечена легкоосъемность капотов, облицовок и щитков, закрывающих доступ к местам, подлежащим очистке, и к механизмам, требующим периодической очистки, протирки формы машины и ее сборочных единиц, не способствует интенсивному загрязнению и запылению б) обладает одним из указанных качеств в) не обладает указанными качествами	4 2 0

Показатель	Баллы
<p>6. Регулировка:</p> <p>а) обеспечен удобный доступ к объектам регулирования; обеспечена легкоъемность щитков, ограждений, закрывающих доступ к сборочным единицам, подлежащим периодическому регулированию. При выполнении регулировочных работ не требуется применять нестандартный инструмент или специальные приспособления</p> <p>б) обладает одним из указанных качеств</p> <p>в) не обладает указанными качествами</p>	<p>4</p> <p>2</p> <p>0</p>
<p>7. Защита приборов:</p> <p>а) оборудование автоматически отключается после отказа</p> <p>б) отказ сигнализируется индикатором</p> <p>в) защита не обеспечена</p>	<p>4</p> <p>2</p> <p>0</p>
<p>8. Безопасность обслуживающего персонала:</p> <p>а) обслуживание не требует работ, связанных с высоким напряжением, вращающимися и движущимися частями</p> <p>б) работы в неблагоприятных условиях иногда требуются</p> <p>в) обслуживание проводится в значительной части в неблагоприятных условиях</p>	<p>4</p> <p>2</p> <p>0</p>
<p>9. Проверка уровня рабочих жидкостей и смазочных масел:</p> <p>а) контрольные устройства имеются; обеспечен доступ к устройствам контроля; обеспечена возможность проверки уровня масла в любом кинематическом положении механизмов</p> <p>б) обладает одним из указанных качеств</p> <p>в) не обладает указанными качествами</p>	<p>4</p> <p>2</p> <p>0</p>
<p>10. Технический осмотр, проверка регулируемых параметров, проверка технического состояния агрегатов, узлов механизмов:</p> <p>а) обеспечен удобный доступ к местам периодического осмотра и проверки; имеются контрольные устройства, необходимые для постоянного контроля работы ответственных систем машины; имеются сигнальные устройства, указывающие отклонение от нормальной работы машины</p> <p>б) обладает одним из указанных качеств</p> <p>в) не обладает указанными качествами</p>	<p>4</p> <p>2</p> <p>0</p>

Показатель	Баллы
<p>11. Разборка и сборка (при устранении отказов или при капитальном ремонте):</p> <p>а) в конструкциях деталей и сборочных единиц массой свыше 25 кг имеются специальные элементы для применения средств механизации при их снятии или подъеме</p> <p>б) обладает указанным качеством</p> <p>в) не обладает указанным качеством</p>	<p>4</p> <p>2</p> <p>0</p>
<p>12. Разборка и сборка неподвижных соединений:</p> <p>а) невозможность демонтажа стопорных колец; отсутствует или ограничен доступ к демонтажным базам детали или сборочной единицы; не обеспечен съём запрессованных подшипников качения без передачи усилия через детали качения, которые в процессе снятия или установки приходится переводить через одно или несколько соединений с неподвижной посадкой</p> <p>б) обладает одним из указанных недостатков</p> <p>в) не обладает указанными недостатками</p>	<p>0</p> <p>2</p> <p>4</p>
<p>13. Сборка подвижных соединений:</p> <p>а) наличие подшипниковых втулок, требующих при сборке пригоночных работ; отсутствуют метки спаренности у деталей, взаимное расположение которых обусловлено конструкторско-технологическими особенностями</p> <p>б) обладает одним из указанных недостатков</p> <p>в) не обладает указанными недостатками</p>	<p>0</p> <p>2</p> <p>4</p>
<p>14. Восстановление деталей:</p> <p>а) отсутствуют детали, которые можно ремонтировать методом восстановления по причинам: нет доступа инструмента к восстанавливаемой поверхности, отсутствуют установочные базы (центровые отверстия и т.д.), невозможность сохранить размерную цепь, сложность операции термообработки и др.</p> <p>б) частично обладает указанными недостатками</p> <p>в) не обладает указанными недостатками</p>	<p>0</p> <p>2</p> <p>4</p>
<p>15. Количество и номенклатура инструмента:</p> <p>а) требует изготовления специального инструмента, приспособлений; количество типоразмеров типового инструмента больше пяти</p> <p>б) обладает одним из указанных недостатков</p> <p>в) не обладает указанными недостатками</p>	<p>0</p> <p>2</p> <p>4</p>

Оценка требований к обслуживанию и контролю,
определяемых конструкцией машины (факторы группы Б)

Показатель	Баллы
1. Потребность в обслуживающем персонале: а) при обслуживании требуется один человек б) при обслуживании требуется два человека в) требуется более двух человек	4 2 0
2. Необходимость высококвалифицированного контроля и консультаций при обслуживании: а) не требуется б) иногда требуется в) часто требуется	4 2 0
3. Автономное испытательное оборудование: а) не требуется б) требуется один тип в) требуется два и три типа г) требуется более трех типов	4 2 1 0
4. Оценка доступа к конструктивным элементам машины, которые по условиям их работы требуют постоянного контроля (например, режущий инструмент): а) свободный б) требует снятия ограждения в) требует снятия ограждения и дополнительно некоторых элементов системы	4 2 0
5. Обеспеченность запасными частями: а) требуются только нормализованные и гостированные запасные детали и элементы без предварительной их обработки б) требуются нормализованные запасные части с предварительной их обработкой и подготовкой в) требуются запасные детали и элементы индивидуального изготовления силами предприятия	4 2 0
6. Установка и настройка режущего инструмента: а) отсутствуют измерительные базы, обеспечивающие требуемую точность установки инструмента; не обеспечено постоянство положения измерительной базы в направлении измерения; требует специального не гостированного инструмента б) обладает одним из указанных недостатков в) не обладает указанными недостатками	0 2 4

Показатель	Баллы
7. Легкосъемность:	
а) наличие соединений, деталей узлов, требующих при снятии и установке подъемно-транспортных средств; отсутствуют посадочные базы, фиксирующие точное положение устанавливаемого узла, детали	0
б) обладает одним из указанных недостатков	2
в) не обладает указанными недостатками	4

Оценка требуемых качеств обслуживающего персонала

Показатель	Баллы
1. Сила руки и ноги:	
а) требует более 30 Н	3
б) требует более 30 Н только руки или ноги	1
в) не требуется более 30 Н	0
2. Выносливость и энергия:	
а) требуются	3
б) требуется выносливость или энергия	1
в) не требуются	0
3. Координированность глаз и рук, ловкость; аккуратность:	
а) требуются	3
б) требуются частично	1
в) не требуются	0
4. Острота зрения:	
а) требуется	2
б) не требуется	0
5. Технический анализ:	
а) требуется	2
б) не требуется	0
6. Память и мышление:	
а) требуются	3
б) требуется память или мышление	1
в) не требуются	0

Показатель	Баллы
7. Планирование возможностей и затрат: а) требуется б) не требуется	2 1
8. Быстрота, осторожность, точность: а) требуются б) требуются частично в) не требуются	3 1 0
9. Сосредоточенность, упорство, терпение: а) требуются б) требуются частично в) не требуются	3 1 0
10. Инициативность: а) требуется б) не требуется	2 0

Прогнозирование времени ремонта

Оборудование _____

Узел

Деталь

Основная функция детали

Характер отказа

Пример заполнения формы

-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Сумма
А	2	4	2	2	0	2	2	2	0	2	4	4	0	2	4	32
В	0	2	1	2	2	2	0	-	-	-	-	-	-	-	-	9
С	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	-	-	-	-	-	27

Пример. Определить время ремонта T_B , пользуясь формой 4 (Прогнозирование времени ремонта) и номограммой (рис. 8).

1. Из формы 4 берем суммы баллов, характеризующие оценку ремонтнопригодности изделия, для факторов групп А, В, С, т.е. соответственно 32, 9, 27 (эти суммы баллов были ранее найдены по формам 1, 2 и 3).

2. Откладывая суммы баллов на шкалах А, В, С номограммы, находим точки a_1, b_1, c_1 .

3. Соединяем прямой точки a_1 и v_1 ; в месте пересечения прямой с линией K получаем точку k_1 .

4. Точку c_1 (на шкале C) соединяем прямой с точкой k_1 . В точке пересечения этой прямой со шкалой T_B находим прогнозируемое время ремонта – 160 мин.

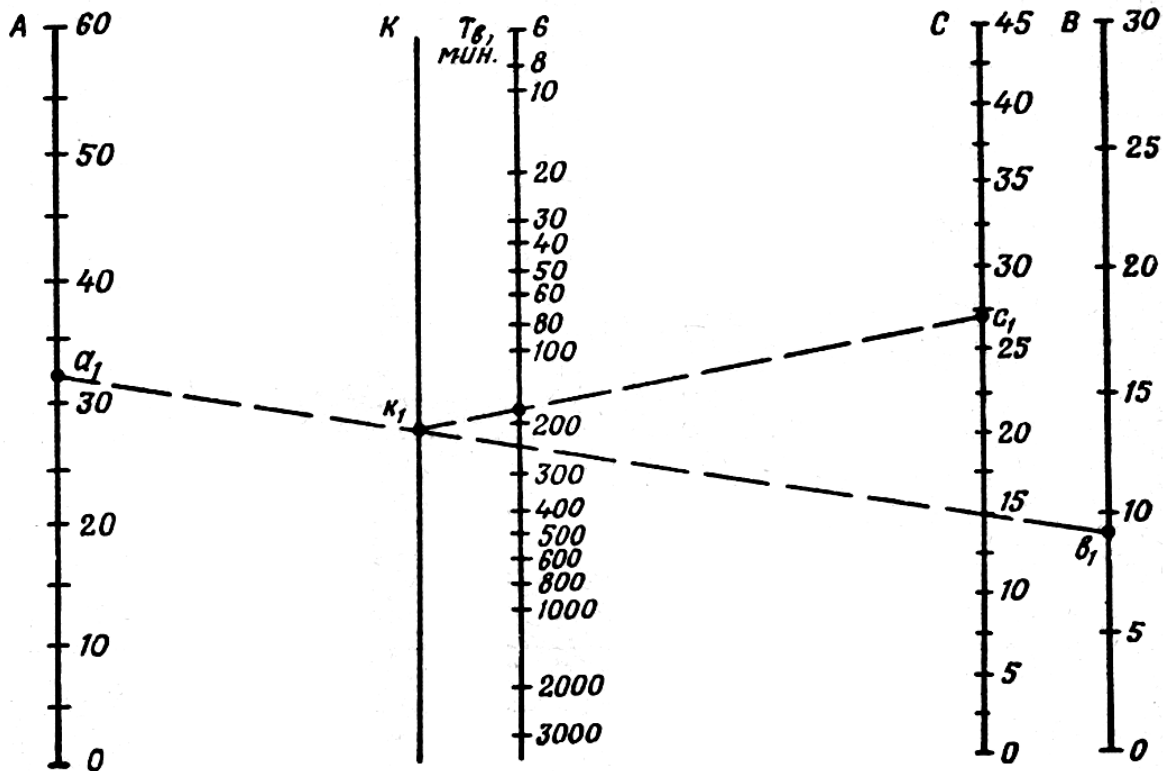


Рис. 8. Номограмма прогнозирования времени ремонта T_B

3. Порядок выполнения работы

1. Изучить описанную методику прогнозирования ремонтпригодности машины.
2. Для заданного преподавателем станка составить и заполнить форму 4.
3. Рассчитать по уравнению регрессии показатель ремонтпригодности изделия (время восстановления в минутах) T_B .
4. Определить показатель ремонтпригодности изделия (время восстановления в минутах) T_B по номограмме (см. рис. 8).

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Лабораторная работа № 1. Выверка ременных передач	3
1. Методы выверки ременных передач	3
2. Определение усилия натяжения ремня	7
3. Порядок выполнения работы	10
Лабораторная работа № 2. Смазочные материалы и смазка оборудо- вания	10
1. Типы смазок и их применение	10
2. Способы и системы смазок	17
3. Подбор смазочных материалов и особенности их эксплуатации ...	17
4. Разработка карты смазки	18
5. Порядок выполнения работы	21
Лабораторная работа № 3. Прогнозирование показателя ремонтно- пригодности оборудования	21
1. Прогнозирование ремонтпригодности машины	21
2. Метод количественной оценки	21
3. Порядок выполнения работы	29