

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра “Вагоны”

И. Л. ЧЕРНИН, Р. И. ЧЕРНИН, Н. В. АКУЛОВ

**РУКОВОДСТВО ПО ОСМОТРУ,
ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЮ,
РЕМОНТУ И ФОРМИРОВАНИЮ
ВАГОННЫХ КОЛЁСНЫХ ПАР**

*Одобрено научно-методическим советом механического факультета
Учреждения образования «Белорусский государственный университет
транспорта» в качестве учебно-методического пособия*

Гомель 2016

УДК 629.4.027.118(075.8)

ББК 39.22-04

Ч-49

Рецензенты: главный инженер ЗАО «Гомельский вагоностроительный завод» **А. В. Мякота**;
заведующий кафедрой «Динамика, прочность и износостойкость транспортных средств» д-р техн. наук, доцент **А. В. Пуцято** (УО «БелГУТ»)

Чернин, И. Л.

Ч-49 Руководство по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию вагонных колёсных пар : учеб.-метод. пособие / И. Л. Чернин, Р. И. Чернин, Н. В. Акулов ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь ; Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2016. – 189 с.

ISBN 978-985-554-490-7

Приведены общие сведения по конструкции колёсных пар железнодорожных вагонов, основные повреждения и способы восстановления. Рассмотрено основное оборудование для ремонта колёсных пар. Материалы соответствуют программе курса дисциплины «Технология вагоностроения и ремонта вагонов» для инженеров-механиков по специальности «Вагоны».

Предназначено для студентов механического факультета, обучающихся по специальности «Подвижной состав железнодорожного транспорта» по дисциплинам «Технология вагоностроения и ремонта вагонов» и «Технология ремонта подвижного состава».

УДК 629.4.027.118(075.8)

ББК 39.22-04

ISBN 978-985-554-490-7
2016

© Чернин И. Л., Чернин Р. И., Акулов Н. В.,

© Оформление. УО «БелГУТ», 2016

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

Кафедра “Вагоны”

И. Л. ЧЕРНИН, Р. И. ЧЕРНИН, Н. В. АКУЛОВ

**РУКОВОДСТВО ПО ОСМОТРУ,
ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЮ,
РЕМОНТУ И ФОРМИРОВАНИЮ
ВАГОННЫХ КОЛЁСНЫХ ПАР**

**Учебно-методическое пособие
для студентов технических специальностей**

Гомель 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВАГОННЫХ КОЛЁСНЫХ ПАРАХ	7
1.1 Назначение, конструкция колёсной пары и её элементов.....	7
1.2 Краткие сведения об изготовлении колёсных пар.....	14
2 МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ОСЕЙ И КОЛЁС, ПОСТАНОВКА КЛЕЙМ.....	19
2.1 Основные операции при обработке элементов для формирования колёсных пар.....	19
2.2 Механическая обработка осей.....	23
2.3 Механическая обработка колёс.....	25
2.4 Постановка клейм.....	27
3 ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ И ЭЛЕМЕНТОВ КОЛЁСНЫХ ПАР ВАГОНОВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ. КОНТРОЛЬ РАЗМЕРОВ.....	31
4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА РЕМОНТА КОЛЁСНЫХ ПАР ВАГОНОВ.....	47
5 РЕМОНТ И ФОРМИРОВАНИЕ КОЛЁСНЫХ ПАР НА ВАГОНРЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ.....	56
5.1 Организация работы в колёсном цехе.....	56
5.2 Очистка, обмывка и окончательный осмотр колёсных пар, поступивших в ремонт.....	59
5.3 Распрессовка колёсных пар вагонов.....	60
5.4 Обработка подступичных частей осей колёсных пар.....	65
5.5 Расточка и приточка колёс к осям.....	67
5.6 Запрессовка колёс на оси колёсных пар.....	68
5.7 Обработка шеек и предподступичных частей осей, поверхностей катания колёс.....	89
5.8 Сварочные и наплавочные работы при ремонте колёсных пар.....	99
5.9 Дефектоскопия и измерение вагонных колёсных пар.....	100
5.10 Окраска колёсных пар.....	101
5.11 Учётные и отчётные формы по колёсным парам.....	102
6 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЕМОНТА КОЛЁСНЫХ ПАР. ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО.....	103
7 ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТЫ КОЛЁСНЫХ ЦЕХОВ (УЧАСТКОВ).....	124

7.1 Смазочное хозяйство.....	124
7.2 Содержание и ремонт оборудования.....	130
8 ФОРМИРОВАНИЕ И РЕМОНТ КОЛЁСНЫХ ПАР УЗКОЙ КОЛЕИ, ПУТЕВЫХ МАШИН, АВТОМОТРИС И МОТОВОЗОВ.....	144
8.1 Вагонные колёсные пары узкой колеи.....	144
8.2 Особенности ремонта и формирования колёсных пар путевых машин, ав- томотрис и мотовозов.....	148
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ ПО ПРОЙДЕННОМУ МАТЕРИАЛУ.....	153
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ.....	157
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ТИПОВЫЕ НОРМЫ ВРЕМЕНИ НА ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ОПЕРАЦИИ.....	171
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	188

ВВЕДЕНИЕ

Успешное решение задачи дальнейшего развития железнодорожного транспорта требует всемерного совершенствования технологий изготовления и сборки ответственных узлов подвижного состава, внедрения прогрессивных технологических процессов, удешевляющих стоимость транспортных средств и повышающих их эксплуатационную надёжность. Колесные пары в целом и их прессовые соединения являются одними из ответственных узлов и наиболее нагруженными элементами вагонов.

На сегодняшний день значительные финансовые средства и научные силы вкладываются в совершенствование серийных колёсных пар, технологии изготовления их элементов, формирования и ремонта с целью снижения повреждаемости в процессе эксплуатации и повышения надёжности. Одними из основных факторов, предопределяющих безопасность движения, являются усталостная прочность осей колёсных пар, цельнокатаных колёс и их соединений с осями с гарантированным натягом.

Преждевременный выход из строя вагонов из-за дефектов колес, разрушения прессовых соединений, а также вследствие усталостных изломов осей колесных пар вызывает большие затраты финансовых средств, металла и времени для замены поврежденных узлов и влечет за собой огромные потери, связанные с крушением и авариями в эксплуатации и простоем транспортных средств в ремонте.

Вагон, поступающий в эксплуатацию, должен соответствовать по прочности, надёжности, металлоёмкости, энергоёмкости и безопасности движения лучшим образцам в мировой практике и быть конкурентоспособным на внешнем рынке. Конкурентоспособность современного рельсового транспорта невозможна без непрерывного совершенствования процессов их проектирования и производства, обработки деталей резанием и давлением, сварочных и сборочных процессов, применением современных материалов. Сборка – это определяющий этап производственного процесса в машиностроении. Качество выполнения сборочных работ предопределяет эксплуатационные качества подвижного состава, его надёжность и долговечность. Сборочные процессы взаимосвязаны со всеми предшествующими технологическими процессами и оказывает

значительное влияние на качество выпускаемой продукции и её изготовление в заданные сроки. Механизация и автоматизация сборочного производства, внедрение рациональных технологических процессов повышают качество изделий, производительность труда и снижают себестоимость изделий. Соотношение затрат времени на сборочные работы и обработку деталей зависит от организации производства, применяемых эффективных методов сборки.

Особенности ремонтного производства по сравнению с вагоностроением требуют изучения закономерностей явлений и процессов, совокупность которых и составляет теорию ремонта вагонов. Технология ремонта вагонов является синтезирующей дисциплиной, использующей основные положения технологии машиностроения, технологии металлов, металловедения и термической обработки, организации производства, автоматизации производственных процессов, теории надежности, теории вагонов и их эксплуатационных свойств.

В работе приведены устройства, технологические процессы формирования и ремонта колесных пар вагонов, эксплуатируемых на сети железных дорог, а также оборудование колесных цехов вагоноремонтных заводов и колесно-токарных участков депо и организация их работы.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВАГОННЫХ КОЛЁСНЫХ ПАРАХ

1.1 Назначение, конструкция колёсной пары и её элементов

Колёсные пары являются **наиболее ответственными элементами ходовых частей** и предназначены для направления движения вагона по рельсовому пути и восприятия нагрузок, передающихся от вагона на рельсы и обратно. Колесная пара в общем случае состоит из оси с напрессованными на нее двумя колесами. Под железнодорожные вагоны колеи 1520 мм подкатываются в настоящее время колёсные пары типов РУ1-950 и РУ1Ш-950 (рисунок 1.1).

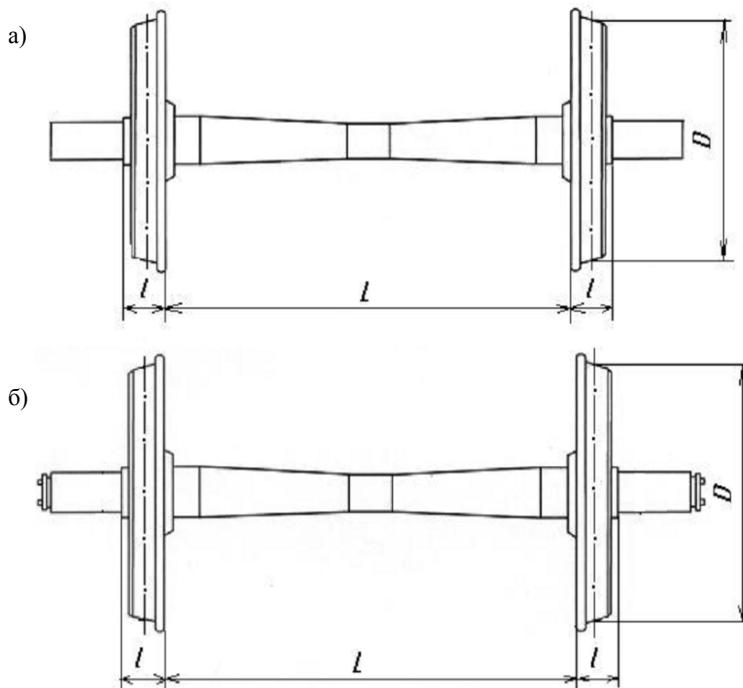


Рисунок 1.1 – Колёсные пары, используемые на железнодорожных вагонах:
а – РУ1Ш-950; б – РУ1-950

Расстояние между внутренними гранями колес на оси с допускаемыми отклонениями ограничено требованием обеспечения беспрепятственного прохода стрелочных переводов железнодорожного рельсового пути.

Основные размеры колёсных пар приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Основные размеры колёсных пар, сформированных из новых элементов (новые оси и колёса)

Основные размеры	Значение, мм
Расстояние между внутренними боковыми поверхностями ободов колёс (L) в одной колёсной паре	1440 ₋₁ ⁺²
Разность расстояний между внутренними боковыми поверхностями ободов колёс в одной колёсной паре, измеренная в четырёх точках, расположенных в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях, не более	1,5
Разность диаметров колёс по кругу катания (D) в одной колёсной паре, не более:	
- при восстановлении профиля поверхности катания колёс	0,5
- без восстановления профиля поверхности катания колёс	1,0
Разность расстояний от торцов предподступичных частей оси до внутренних боковых поверхностей ободов колёс (I) с одной и другой сторон колёсной пары, не более	3,0
Отклонение от соосности кругов катания колёс относительно оси базовой поверхности, не более	1,0

Оси и цельнокатанные колеса изготавливают из маргеновской стали и электро-стали. В колёсной паре должны устанавливаться колёса одного завода-изготовителя, одной конструкции и изготовленные из одной марки углеродистой стали.

На железнодорожном подвижном составе используются вагонные оси РУ1 и РУШ, изготовленные по ГОСТ 22780 (рисунки 1.2, 1.3) с основными размерами, представленными в таблице 1.2. Но с 1993 года оси типа РУ1 по ГОСТ 22780 не изготавливаются.

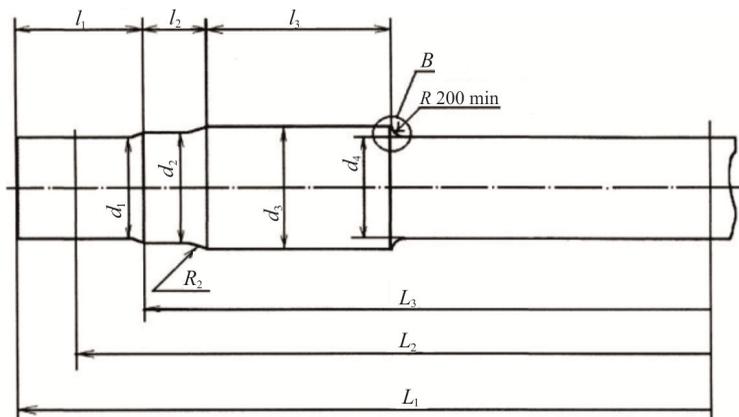


Рисунок 1.2 – Вагонная ось РУШ

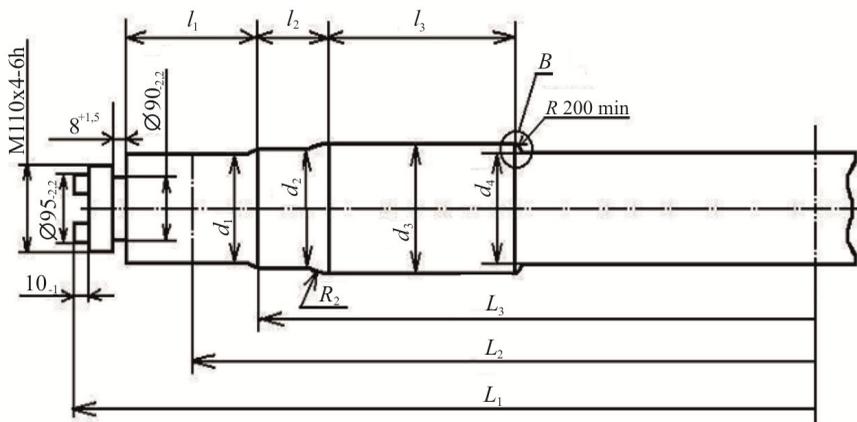


Рисунок 1.3 – Вагонная ось РУ1

Таблица 1.2 – Основные размеры осей РУ1 и РУ1Ш

Наименование показателя	Тип оси			
	РУ1		РУ1Ш	
	номинальный размер, мм	предельное отклонение, мм	номинальный размер, мм	предельное отклонение, мм
d_1	130	+ 0,052 + 0,025	130	+ 0,052 + 0,025
d_2	165	+ 0,20 + 0,12	165	+ 0,20 + 0,12
d_3	194	+ 2,0 – 0,5	194	+ 2,0 – 0,5
d_4	172	+ 3,0	172	+ 3,0
R_2	25	–	25	–
l_1	176	+ 1,0 – 0,5	190	+ 1,0 – 0,5
l_2	76	± 1,0	76	± 1,0
l_3	250	–	250	–
L_1	2294	+ 1,0 – 3,0	2216	+ 1,0 – 3,0
L_2	2036	–	2036	–
L_3	1836	± 1,0	1836	± 1,0

Оси вагонных колесных пар имеют в разных сечениях различные диаметры, величины которых определяются расчетами по напряжениям, возникающим в оси во время работы колесной пары под вагоном.

Шейки осей (концы осей, воспринимающие на себя нагрузку от веса вагона с грузом) с внутренней стороны ограничены утолщением, которое носит название предподступичной части. Для плавного перехода от шейки к предподступичной части оси и уменьшения концентрации напряжений служит галтель с радиусом закругления 20 мм. В сечении у задней галтели шейки изгибающий момент достигает максимальной величины и поэтому плавность указанного перехода имеет важное значение для прочности оси. Переход от предподступичной части оси к подступичной осуществляется галтелью радиусом 40 мм. Наиболее утолщенными являются подступичные части оси, на которые напрессовываются колеса. Получаемые при сборке колес с осями соединения с гарантированным натягом (один из основных видов неподвижных соединений деталей машин) обеспечивают прочность напрессовок колес на оси, достаточную для восприятия эксплуатационных нагрузок без относительного смещения сопряженных элементов и без усталостного разрушения осей в течение всего срока службы. Напряженное состояние этих соединений колесных пар в эксплуатации обуславливается: характером нагружения в условиях повышения осевых нагрузок; воздействием моментов, воспринимаемых осями, аксиальных сдвигающих усилий; контактным сжатием в зоне посадок колес на оси; остаточными напряжениями от технологической обработки деталей. Если сопротивление посадки осевому сдвигу недостаточно, происходит расчленение сопряжения.

Колеса цельнокатаные, применяемые для эксплуатации под вагонами, изготавливаются с плоскоконическим или криволинейным дисками.

Размеры колёс (рисунки 1.5–1.7, таблицы 1.3–1.5) должны соответствовать ГОСТ 10791. Для предохранения колесной пары от схода с рельсов при качении у внутреннего края обода каждого колеса выполняется гребень, высота которого predetermined из условия предотвращения среза гребнем болтов рельсовых скреплений. Минимальная толщина гребня на расстоянии 18 мм от его вершины обусловлена возможностью схода при прохождении колеса по противошерстному стрелочному переводу.

Для обеспечения достаточной продолжительности работы колесных пар под вагонами обод цельнокатаного колеса изготавливают толщиной 70 мм, благодаря чему имеется возможность обточка его по мере износа. Ширина обода определена из условия, чтобы при перемещении колесной пары по закруглениям наименьшего допускаемого радиуса пути и с наибольшим допускаемым его уширением было бы обеспечено соответствующее перекрытие ободом рельса. Ширина обода цельнокатаного колеса принята 130 мм с допуском в большую сторону 3 мм.

Таблица 1.3 – Размеры и предельные отклонения колёс с плоскоконическим диском

Наименование размера	Номинальный размер, мм	Предельное отклонение
Диаметр по кругу катания D	957	± 7
Диаметр внутренней поверхности обода с наружной стороны колеса $D_{\text{н}}$	810	$- 10$
Диаметр внутренней поверхности обода с внутренней стороны колеса $D_{\text{в}}$	810	$- 10$
Ширина обода колеса B	130	$+ 3$
Высота гребня h_z	28	$- 1$
Диаметр наружной поверхности ступицы с наружной стороны колеса $D_{\text{сн}}$	263	± 3
Диаметр наружной поверхности ступицы с внутренней стороны колеса $D_{\text{св}}$	263	± 3
Диаметр отверстия ступицы колеса d	175 190	$- 4$ $- 4$
Длина ступицы колеса $B_{\text{с}}$	190	$+ 10$
Расстояние от торцевой поверхности ступицы до боковой поверхности обода с внутренней стороны колеса r	82	$+ 5$
Толщина диска у обода колеса $B_{\text{до}}$	19	$+ 4$
Толщина диска у ступицы колеса $B_{\text{дс}}$	24	$+ 4$

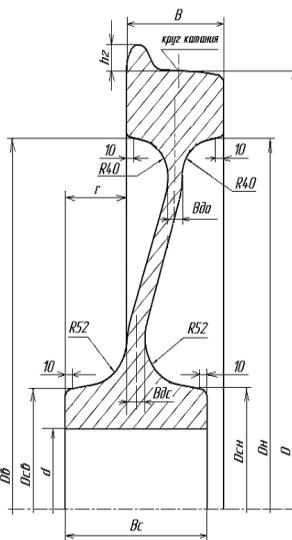


Рисунок 1.5 – Колесо с плоскоконическим диском

Таблица 1.4 – Размеры и предельные отклонения колёс с криволинейным диском (Вариант А)

Наименование размера	Номинальный размер, мм	Предельное отклонение
Диаметр по кругу катания D	957	± 7
Диаметр внутренней поверхности обода с наружной стороны колеса $D_{\text{н}}$	802	$+ 8$ $- 2$
Диаметр внутренней поверхности обода с внутренней стороны колеса $D_{\text{в}}$	802	$+ 8$ $- 2$
Ширина обода колеса B	130	$+ 3$
Высота гребня h_z	28	$- 1$
Диаметр наружной поверхности ступицы с наружной стороны колеса $D_{\text{сн}}$	273	± 3
Диаметр наружной поверхности ступицы с внутренней стороны колеса $D_{\text{св}}$	273	± 3
Диаметр отверстия ступицы колеса d	190 205	$- 4$ $- 4$
Длина ступицы колеса $B_{\text{с}}$	190	$+ 10$
Расстояние от торцевой поверхности ступицы до боковой поверхности обода с внутренней стороны колеса r	82	$+ 5$
Толщина диска у обода колеса $B_{\text{до}}$	20	$+ 4$
Толщина диска у ступицы колеса $B_{\text{дс}}$	25	$+ 6$

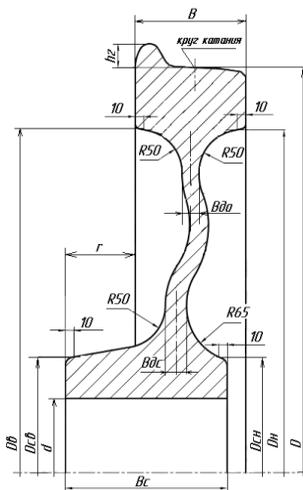


Рисунок 1.6 – Колесо с криволинейным диском (Вариант А)

Таблица 1.5 – Размеры и предельные отклонения колёс с криволинейным диском (Вариант Б)

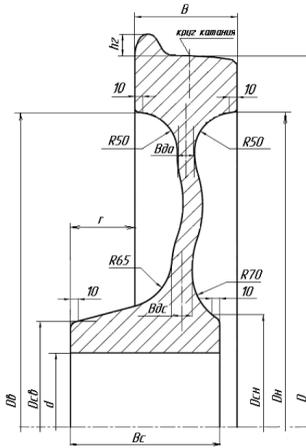


Рисунок 1.7 – Колесо с криволинейным диском (Вариант Б)

Наименование размера	Номинальный размер, мм	Предельное отклонение
Диаметр по кругу катания D	957	± 7
Диаметр внутренней поверхности обода с наружной стороны колеса $D_{\text{н}}$	802	+ 8 – 2
Диаметр внутренней поверхности обода с внутренней стороны колеса $D_{\text{в}}$	802	+ 8 – 2
Ширина обода колеса B	130	+ 3
Высота гребня $h_{\text{г}}$	28	– 1
Диаметр наружной поверхности ступицы с наружной стороны колеса $D_{\text{сн}}$	285	± 5
Диаметр наружной поверхности ступицы с внутренней стороны колеса $D_{\text{св}}$	273	± 3
Диаметр отверстия ступицы колеса d	190 205	– 4 – 4
Длина ступицы колеса $B_{\text{с}}$	190	+ 10
Расстояние от торцевой поверхности ступицы до боковой поверхности обода с внутренней стороны колеса r	82	+ 5
Толщина диска у обода колеса $B_{\text{д}}$	19	+ 4
Толщина диска у ступицы колеса $B_{\text{т}}$	25	+ 4

Для совмещения продольной оси вагона с продольной осью рельсового пути при движении вагона в кривых участках пути и устранения при этом проскальзывания колес на рельсах (обеспечение устойчивости движения на прямых и кривых участках пути) поверхность катания колес делается конической (конусность 1:10 и 1:3,5 в направлении от гребня к наружной грани обода, снабженной фаской размером 6×6 мм).

Конусность и фаска поднимают наружную грань обода над головкой рельса, чем обеспечивается беспрепятственный проход стрелочных переводов при наличии проката на поверхности катания колес. При конической форме поверхности катания колесо имеет в разных местах различный диаметр, поэтому принято измерять диаметр, прокат и толщину обода на расстоянии 70 мм от внутренней грани колеса, то есть по

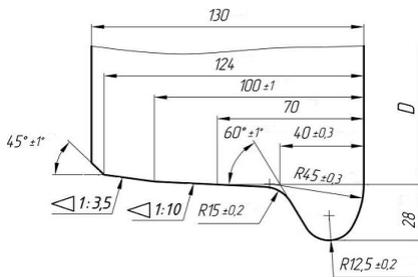


Рисунок 1.8 – Профиль поверхности катания колеса с исходной толщиной гребня 33,0 мм

кругу катания. Для увеличения срока службы колес и рельсов радиус основания гребня при переходе его в конусную часть (конусообразность 1:10) поверхности катания колеса делается равным радиусу головки рельса (выкружка радиусом 15 мм).

Профиль поверхности катания цельнокатаных колёс, представленный на рисунке 1.8, должен соответствовать требованиям ГОСТ 10791.

На сегодняшний день существуют колёсные пары типа РВ2Ш-957 с нагрузкой от оси на рельсы до 245,2 кН (25,0 тс). Данная колёсная пара состоит из оси типа РВ2Ш с торцевым креплением подшипников крышкой передней и тремя болтами М24 (или четырьмя болтами М20) по конструкторской документации, утвержденной в установленном порядке, и колес цельнокатаных из стали марок 2 или Т по ГОСТ 10791.

Оси типа РВ2Ш изготавливаются с такими же конструктивными элементами, как и оси типа РУ1Ш (см. рисунок 1.2), размеры приведены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Основные размеры осей РВ2Ш

Наименование показателя	Номинальный размер, мм	Предельное отклонение
d_1	150	+ 0,090 + 0,065
d_2	185	+ 0,165 + 0,091
d_3	210	+ 2,0 – 0,5
d_4	180	+ 3,0
R_2	25	–
l_1	210	–
l_2	71	+ 0,5 – 1,5
l_3	250	–
L_1	2246	+ 1,0 – 3,0
L_2	2036	–
L_3	1826	± 1,0

На торцах оси выполняются три резьбовых отверстия М24 или четыре резьбовых отверстия М20 (рисунок 1.9).

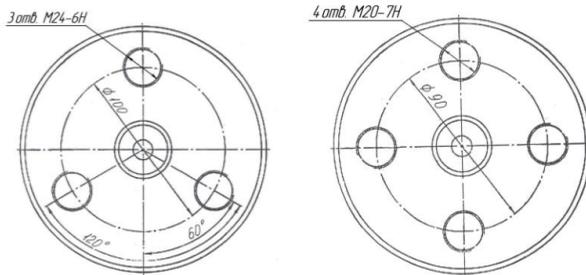


Рисунок 1.9 – Варианты торцевого крепления на оси типа РВ2Ш

Для закрепления осей и колесных пар при механической обработке элементов на станках на каждом из торцов осей выполняются центровые отверстия (рисунок 1.10).

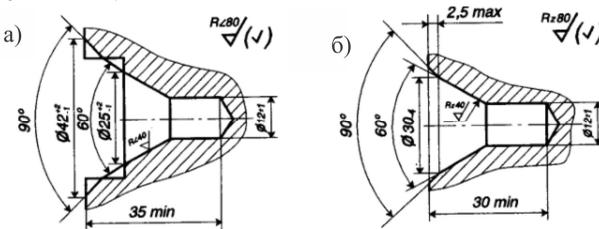


Рисунок 1.10 – Центровые отверстия на торцах осей:
а – для осей типа РУ1; б – для осей типа РУ1Ш и РВ2Ш

Кроме вышеперечисленных отверстий на торцах осей РУ1Ш и РВ2Ш выполняются дополнительные отверстия («водильные отверстия») для обеспечения вращения оси при обработке на металлорежущих станках.

1.2 Краткие сведения об изготовлении колёсных пар

Оси изготавливают из углеродистой стали марки ОсВ со следующим химическим составом: углерод (С) – 0,4–0,48 %; марганец (Мп) – 0,55–0,85 %; кремний (Si) – 0,15–0,35 %; фосфор (Р) – не более 0,4 %; сера (S) – не более 0,045 %; хром (Cr), никель (Ni) – не более 0,3 %; медь (Cu) – не более 0,25 %.

Существует три способа изготовления заготовок вагонных осей: свободная ковка; радиально-ковочная обработка; поперечно-винтовая прокатка. Исходным материалом для **свободнойковки** осей является квадратная заготовка с номинальными размерами по поперечному сечению 190×190, 200×200, 205×205, 210×210, 215×215, 220×220 мм. Наиболее часто используется квадрат 210×210 мм.

Ковку сплошных осей обычно проводят на механизированных линиях, оснащенных печами для нагрева заготовок и термической обработки осей, быстროходными прессами или молотами и поворотными манипуляторами.

Наиболее экономичным методом получения поковок осей с минимальными припусками по первому способу является ковка осей на прессах, оборудованных подвижными плитами, к которым крепят трехручьевые бойки – штампы. В первом ручье проковывают среднюю цилиндрическую часть оси и подступичные части, во втором – конусные части при переходе от центра к подступичной части и третьем – шейки оси. Данный способ характеризуется большим расходом материала и повышенной трудоемкостью. Технологическая последовательность операций при изготовлении заготовки оси способомковки на прессе приведена в таблице А.1 приложения А.

При **радиально-ковочной обработке** применяют линию, в состав которой входит индукционная установка для нагрева исходных заготовок, радиально-ковочная машина, камера охлаждения осей послековки, специальная нормализационная печь с транспортнои линией, камера охлаждения осей после нормализации.

Наиболее производительным является способ **поперечно-винтовой прокатки**. Сущность способа состоит в том, что нагретая заготовка тремя валками деформируется в поперечном направлении за один проход и, вращаясь, перемещается в осевом направлении со значительным осевым усилием, создаваемым натяжным устройством через свободно вращающийся патрон, удерживающий передний конец заготовки.

Процесс прокатки проводят в следующей последовательности:

- подача заготовок в цех;
- осмотр, выборочный контроль размеров и ультразвуковая дефектоскопия;
- подача заготовок на участок резки и резка их на три части;
- подача на ролланг и укладка в кольцевую печь для нагрева;

- нагрев в течение 2,5–3 ч при температуре 1180–1220 °С;
- гидросбив окалины;
- подача заготовок в стан и прокатка;
- клеймение оси;
- охлаждение до температуры 500 °С;
- нормализация в течение 2,5 ч при температуре 860–880 °С;
- охлаждение;
- подача к прессам горячей правки и правка;
- очистка от окалины;
- подача к станкам для фрезерования торцов;
- ультразвуковой контроль;
- контроль качества поверхности и геометрических размеров;
- транспортировка на склад готовой продукции.

На необработанной поверхности вагонной оси не допускаются плены, трещины, рванины, зазоры, закаты, расслоения. Удалять их разрешается обточкой и зачисткой наждачным кругом. На необработанной цилиндрической поверхности оси в горячем состоянии должны быть четко выбиты знаки (клейма) изготовления (условный номер завода-изготовителя, месяц и год изготовления, номер плавки, порядковый номер оси).

Современное производство штампованно-катаных колес включает в себя технологические процессы подготовки заготовок, их нагрева, горячей деформации, противофлокеной, термической и механической обработки, контроля и испытания. Для производства колес используют стальные слитки массой 3,5–4 т, отливаемые из мартеновской стали.

В соответствии с ГОСТ 10791 цельнокатаные колёса изготавливают из сталей двух марок: 1 – для пассажирских вагонов локомотивной тяги; 2 – для грузовых вагонов железных дорог колеи 1520 мм.

Химический состав и механические свойства сталей для колёс пассажирских и грузовых вагонов представлены в таблицах 1.5 и 1.6.

Таблица 1.5 – Химический состав сталей колёс

В процентах

Марка стали колеса	C	Mn	Si	V(ванадий)	P	S
1	0,44–0,52	0,80–1,20	0,40–0,60	0,08–0,15	Не более	Не более
2	0,55–0,65	0,05–0,09	0,20–0,42	–	0,035	0,040

Таблица 1.6 – Механические свойства стали ободьев вагонных колёс

Марка стали колеса	Временное сопротивление, МПа	Относительное удлинение, %	Относительное сужение, %	Твердость на глубине 30 мм, НВ
	Не менее			
1	882–1078	12	21	248
2	911–1107	8	14	255

Ударная вязкость стали дисков колёс при температуре 20 °С должна быть не менее: для стали марки 1 – 0,3 МДж/м², для стали марки 2 – 0,2 МДж/м².

Используют различные варианты выплавки, раскисления и внепечной обработки колесного металла. Сравнительный анализ показывает, что наиболее оптимальным вариантом является выплавка стали одношлаковым процессом, вакуумирование ее и затем раскисление алюминием. Полученная сталь обладает однородной структурой, низкой загрязненностью неметаллическими включениями, имеет высокие пластические характеристики.

Полученные слитки раскраивают на шесть-семь заготовок. Надрезку слитков осуществляют на многосуппортных слиткоразрезных станках моделей 1865 и 1А865. Ломку на части производят на горизонтальных гидравлических прессах усилием 2–4 МН. Полученные заготовки подвергаются контролю боковых и торцовых поверхностей для выявления брака.

Нарезанные заготовки подают для нагрева в кольцевые печи, работающие на природном газе. Продолжительность нагрева в каждой печи – 2,8–3 ч, общее время нагрева при последовательном режиме – 5,5–6,0 ч. Важное требование при нагреве – равномерный прогрев заготовки. Наибольшее применение получили методы изготовления колес с использованием операций штамповки и прокатки. Для осуществления этого процесса применяют несколько гидравлических прессов и колесопрокатный стан.

Важным этапом производства колес является термическая обработка и, в первую очередь, противоблоксная. Известно, что основной причиной образования флокенов (дефектов внутри строения металла в виде серебристо-белых пятен или волосовин) в стали является водород. При противоблоксной обработке используются печи, в которых осуществляется подогрев колес с температуры 400 до 650 °С и выдержка при этой температуре не менее 4,5 ч.

Механические свойства колес должны соответствовать установленным техническими условиями значениям по пределу прочности, относительному удлинению, относительному сужению и твердости по Бринеллю 229–241 НВ. Кроме проверки химического состава и механических свойств, цельнокатанные колеса (так же, как и оси колесных пар) подвергают ударному испытанию свободно падающим грузом на копровых установках последовательно с различной высоты на проверяемое колесо до тех пор, пока суммарная энергия ударов не достигнет установленной расчетной величины.

Примерная последовательность технологических операций изготовления колеса вагонной колесной пары приведена в таблице А.2 приложения А.

Колесные пары вагонов должны изготавливаться в соответствии с требованиями ГОСТ 4835 по рабочим чертежам на данную колесную пару. Формирование колесной пары – это процесс сборки двух колес с осью, при этом посадка на ось должна быть прессовой. Точность таких цилиндрических соединений с гарантированным натягом характеризуется: совпадением геометрических осей охватывающей и охватываемой деталей; точностью

углового положения в сечении, перпендикулярном оси; точностью относительного продольного расположения деталей и точностью макрогеометрии последних, то есть отсутствием отклонений геометрической формы посадочных поверхностей: овальности, конусообразности, волнистости, седлообразности, бочкообразности и пр.

Прочность соединений с натягом колесных пар определяется комплексом физических процессов, происходящих в зоне контакта деталей, зависящих от величины натяга, характера и чистоты обработки, механических свойств материала деталей, наличия покрытий, смазки и пр. Влияние указанных факторов в свою очередь зависит от технологии сборки соединений. В результате действительная несущая способность соединений, как правило, далеко не совпадает с расчётной, а сам расчет носит довольно условный характер.

В процессе эксплуатации колесная пара подвержена воздействию внешних переменных статических и динамических нагрузок и постоянно действующих сил, обусловленных посадками с натягом колес на подступичные части и роликовых подшипников на шейки оси. Во время движения колесная пара постоянно находится под воздействием пространственной системы сил, изменяющихся по величине и времени. К ним относятся: вертикальная нагрузка на шейки оси, зависящая от массы брутто вагона; центробежная сила, возникающая при вписывании вагона в кривую; ветровая нагрузка; силы трения, возникающие в результате извилистого движения колесной пары в рельсовой колее в местах контакта колес с рельсами; силы, возникающие при торможении в результате трения между колодками и колесами. Цикл эксплуатационного нагружения колесной пары характеризуется периодическим резким скачком амплитудных напряжений в ее элементах при прохождении стыков, крестовин и неровностей на рельсах, а также от воздействия неровностей на поверхности катания колес. Увеличение скоростей движения приводит к динамическим перегрузкам колесных пар.

Совокупность вертикальных, горизонтальных, боковых и тормозных сил, действующих на колесную пару, вызывает сложное напряженное состояние оси и колес. Наиболее напряженными местами оси являются подступичные части и шейки. Высокая эксплуатационная напряженность осей приводит к образованию различных дефектов, чаще всего усталостного происхождения. В наиболее сложных условиях работает колесо в зоне контакта с рельсом, что приводит к возникновению:

- больших удельных давлений под действием вертикальных сил и касательных усилий на верхних слоях металла поверхности катания колеса;
- циклических температурных нагрузок от нагрева поверхности обода при контакте с тормозной колодкой или с рельсом при интенсивном проскользывании колеса по нем;
- структурных изменений металла на поверхности катания колеса, вследствие быстрого охлаждения при выходе колеса из зоны контакта.

Нормальные и касательные усилия, температурные нагрузки, структурные превращения, которым подвергается каждый участок поверхности катания колеса, вызывают износ, пластические деформации и различные виды контактно-усталостных повреждений.

Факторы, влияющие на образование дефектов и скорость нарастания износов колесных пар:

- условия эксплуатации;
- химический состав и механические свойства осевой и колесной стали;
- характеристики рельсов и тормозных колодок;
- качество формирования и ремонта колесной пары;
- условия содержания ходовых частей вагона;
- размеры элементов колесной пары.

Задачи улучшения технологии сборки колесных пар и повышения прочности сопряжения соединений с натягом могут быть решены путем совершенствования применяемых традиционных технологических процессов и внедрения прогрессивных новых технологий.

2 МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ОСЕЙ И КОЛЁС, ПОСТАНОВКА КЛЕЙМ

2.1 Основные операции при обработке элементов для формирования, колёсных пар

В вагостроении и при ремонте колесных пар вагонов применяют процессы, которые по виду энергии, подводимой в зону обработки, можно подразделить на подгруппы: механические, электрические, тепловые.

Для образования формы и размеров детали соответствующей точности с поверхностей заготовок или ремонтируемых элементов колесных пар удаляется слой материала (припуск на обработку). Величина припуска должна обеспечивать устранение всех погрешностей предыдущей обработки и износа колесных пар с учетом погрешностей базирования и закрепления заготовки (детали) на выполняемой технологической операции. Суммарная величина минимального припуска на обрабатываемую поверхность для какого-либо перехода определяется по формуле

$$z_{b\text{min}} = (H_a + T_a) + (\varepsilon_a + \varepsilon_b), \quad (2.1)$$

где H_a – высота микронеровностей, полученных на предшествующем переходе, мкм;

T_a – глубина поверхностного дефектного слоя, мкм;

ε_a – погрешность формы на предшествующем переходе, мкм;

ε_b – погрешность установки на выполняемом переходе.

Чистота поверхностей определяется шероховатостью, то есть микронеровностями с относительно малым шагом по ГОСТ 2789. Глубина слоя зависит от износа, вида и режима обработки. Погрешность формы, полученная на предшествующем переходе обработки, существенно влияет на погрешности формы на выполняемом переходе (например, овальность заготовки обычно приводит к овальности детали). Погрешность установки на выполняемом переходе составляется из погрешностей базирования и закрепления заготовки (например, при совмещении конструктивной и установочной баз погрешность базирования равна нулю). Погрешность закрепления зависит от конструкции зажимного устройства.

Действительные припуски на обработку располагаются в пределах минимального и максимального припусков в зависимости от действительных размеров заготовки. Общий припуск z_0 , необходимый для всех переходов от черновой заготовки

до получения готовой детали соответствующей точности, определяется как сумма промежуточных припусков:

$$z_0 = \sum_{i=1}^n z_i. \quad (2.2)$$

Таким образом, размер заготовки складывается из номинального размера и общего припуска на обработку. Общий припуск рассчитывается в соответствии со схемой технологического процесса изготовления детали, начиная с последнего окончательного перехода обработки данной поверхности.

Точение – удаление слоя материала в виде стружки с поверхностей вращающейся заготовки поступательно перемещающимся режущим инструментом (резцом). Обтачиванием получают наружные цилиндрические и фасонные поверхности деталей в виде тел вращения на станках токарной группы (осетокарные, колесотокарные станки). Удаление материала с внутренних цилиндрических поверхностей ступиц колес выполняют растачиванием (токарно-карусельные станки).

В зависимости от достигаемой точности и шероховатости обрабатываемой поверхности точение подразделяют на черновое, чистовое и тонкое. При черновом точении получают точность в пределах 4–7-го класса и шероховатость поверхности 3–4-го класса (резцы Т15К10, глубина резания до 5 мм, подача 0,2–10 мм/об). Чистовое точение обеспечивает точность обработки 2–4-го класса и шероховатость поверхности 5–7-го класса. Заготовки на станках токарной группы закрепляются в центрах и на планшайбах.

Фасонные поверхности на станках токарной группы получают следующими способами: при помощи широких фасонных резцов с поперечной подачей; по копиру, задающему перемещение поперечному суппорту.

Сверление отверстий на торцах шеек колесных пар выполняется при изготовлении новых осей и восстановлении изношенных отверстий электросваркой. При сверлении получают отверстия 4–5-го классов точности и 2–3-го классов шероховатости поверхностей. При сверлении отверстий на станках токарной группы увод сверла от заданного направления меньше, чем на сверлильных станках. Отверстия диаметром более 30 мм обычно сверлят несколькими сверлами, при этом предыдущее сверло должно быть диаметром 0,5–0,7 от диаметра последующего. При сверлении отверстий под резьбу учитывают подъем резьбы по высоте в процессе ее нарезания. Поэтому сверла под резьбу обычно берут такого диаметра, чтобы расчетная глубина резьбы составляла 70–80 % от полной. Зенковку применяют для снятия фасок, зенкеры – для обработки не только цилиндрических, но и конических отверстий.

В вагоностроении и вагоноремонтном производстве применяют цилиндрические крепежные резьбы на осях колесных пар. Наружную резьбу можно нарезать резцами, гребенками, вращающимися резцовыми головками, плашками, самораскрывающимися резбонарезными головками. Внутреннюю резьбу нарезают метчиками. Точность резьбы определяют по ее среднему диаметру. Резьбу обычно нарезают по 2–3-му классу точности, что приблизительно соответствует 4–5-му клас-

сам точности для гладких валиков и отверстий. Метрическую треугольную наружную резьбу нарезают резцами за несколько (3–8) черновых и чистовых проходов. Этот процесс малопроизводительный. За один проход резьбу нарезают резьбовыми гребенками, имеющими несколько режущих лезвий. Профиль резьбы зависит от профиля резца или гребенки и правильной их установки относительно детали.

Для сохранения точности профиля резца в машиностроении применяют фасонные призматические и дисковые резцы. Эти резцы затачивают по передней поверхности, а отшлифованные боковые поверхности при их изготовлении сохраняют их профиль неизменным. Нарезание резьбы плашками и самораскрывающимися нарезными головками производят на токарно-винторезных, револьверных станках, токарных полуавтоматах и автоматах. Основным недостатком плашек – необходимость свинчивания их по окончании нарезания резьбы, что вызывает непроизводительные затраты времени и ухудшает качество работ при низкой точности резьбы (3-й класс и ниже). Нарезание резьбы самораскрывающимися резьбовыми головками в 3–4 раза производительнее, чем плашками вследствие автоматического раскрытия, и позволяет получать резьбу 2-го и 1-го классов точности с высокой скоростью резания.

Внутреннюю резьбу нарезают ручными машинными метчиками (комплектом) на токарных и револьверных станках. Два-три метчика применяют при нарезании резьбы в глухих отверстиях. Для нарезания резьбы в отверстиях малых и средних диаметров применяют цельные метчики.

Шлифование – основной процесс получения точных (3–1-й класс) с шероховатостью 7–9-го класса наружных поверхностей. Для шлифования деталей из незакаленной стали применяют «твердые» круги из абразивного материала – кристаллической окиси алюминия (Al_2O_3) и др. Для шлифования наружных цилиндрических поверхностей вращения применяют универсальные круглошлифовальные и бесцентрово-шлифовальные станки. Наружное шлифование ведут: с большой продольной подачей (0,3–0,8 ширины круга за один оборот шлифуемой детали) и малой глубиной (0,005–0,02 мм); с малой продольной подачей (0,08–0,15 ширины круга за один оборот шлифуемой детали) и большой глубиной (0,1–0,3 мм). Весь припуск на шлифование удаляют за один проход. Этот (глубинный) метод шлифования более производительен. Ограничением при его использовании является определенная жесткость деталей.

Основным назначением процессов деформирования поверхностных слоев деталей является повышение усталостной прочности, чистоты поверхностей и точность размеров. При пластической деформации поверхностных слоев изменяются не только размеры заготовки, шероховатость поверхности, но и физико-механические свойства периферийного слоя металла с образованием в нем остаточных напряжений (в основном сжимающих). Наиболее существенным изменением является упрочнение, повышающее твердость, износостойкость, предел упругости, текучести и прочности с одновременным снижением показателей пластичности. Сочетание малой по высоте шероховатости с упрочнением поверхностного слоя обеспечивает высокие эксплуатационные свойства деталей, особенно при циклических нагрузках. Наибольшие деформирующие усилия уменьшают лишь

шероховатость, не изменяя существенно физико-механических свойств поверхностного слоя металла. Обкатывание роликами осей колесных пар на станках токарной группы обеспечивает уменьшение шероховатости и упрочнение деталей с относительно правильными формами поверхностей. Простота конструкции применяемого инструмента и отладки самого процесса, а также его надежность позволяет осуществлять обработку в условиях любого производства. Точность размеров деталей зависит главным образом от их точности до обкатывания роликами, давления деформирующего инструмента, исходной шероховатости и прочности поверхностного слоя. Упрочнение поверхностного слоя мало зависит от скорости обкатывания. В большей степени оно зависит от числа проходов.

Фрезерование – наиболее производительный процесс обработки фасонных поверхностей. По величине допустимого припуска на обработку фрезерование относится к самым универсальным процессам. Наибольший припуск, который можно удалить фрезерованием за один проход, ограничивается лишь надежностью закрепления детали (заготовки), ее жесткостью и мощностью станка.

В ремонтном производстве используется электросварка и наплавка для восстановления некоторых неисправностей осей колесных пар (наплавка резьбовой части шеек, заварка отверстий на торцах осей с последующей механической обработкой, наплавка под слоем флюса гребней колес). Необходимо учитывать влияние электросварки на исходные свойства основного материала, возникновение остаточных напряжений и деформаций. Из-за неоднородности свойств основного металла и металла шва создаются концентраторы напряжений. Сварка может выполняться вручную или с использованием полуавтоматов и автоматов. Они значительно отличаются по технологическому процессу и требуют специфического оборудования и приспособлений. Дуговая сварка ведется плавящимся металлическим электродом, порошковой проволокой. Автоматическая сварка под слоем флюса является высокопроизводительным процессом, обеспечивает высокие механические свойства наплавленных поверхностей. Электрическая дуга горит под слоем сварочного флюса. По мере поступательного движения электрода совместно с бункером для шлака происходит затверждение металлической и шлаковой ванн. Электродную проволоку подают в дугу и перемещают ее вдоль шва с помощью механизма перемещения и подачи. Металл шва получается с меньшим количеством пор, с чистой поверхностью, с высокими механическими характеристиками. По сравнению с ручной дуговой сваркой производительность процесса повышается в 15–20 раз.

В зависимости от места в технологическом процессе различают промежуточную и окончательную термическую обработку поверхностей катания колес колесных пар. Промежуточная термообработка используется для восстановления пластических свойств деталей с целью улучшения обрабатываемости поверхностей.

Окончательная термообработка предназначена для получения требуемых механических характеристик готовых деталей. Ее целесообразно выполнять после черновой обработки резанием, чтобы иметь возможность удалить поверхностный дефектный слой, а также устранить погрешности форм и размеров, возникающие в результате термической обработки.

2.2 Механическая обработка осей

Технологический процесс механической обработки оси колесной пары определяется ее конструктивными особенностями и обуславливается заданным объемом выпуска продукции, которые устанавливают тип производства, режимы резания, выбор технологического оснащения. При **механической обработке** осей предъявляются следующие основные технические требования:

- черновые оси, подлежащие дополнительной механической обработке, должны сопровождаться документами о качестве и приемке, иметь четкую маркировку и клеймение;

- черновые оси перед дальнейшей механической обработкой должны быть подвергнуты упрочнению накатыванием поверхностей шеек, подступичных, предподступичных и средних частей, галтелей перехода от одних частей к другим;

- каждая частично или полностью механически обработанная ось должна подвергаться ультразвуковому контролю;

- каждая окончательно обработанная ось должна быть подвергнута магнитному дефектоскопированию;

- знаки и клейма, выбитые в горячем состоянии при изготовлении оси, должны быть перенесены после окончательной обработки на правый торец оси;

- транспортирование, погрузка и разгрузка черновых и обработанных осей с применением магнитных грузозахватных приспособлений не допускается.

Механическая обработка осей состоит из следующих основных стадий: отрезка концов; изготовление центровых отверстий на торцах; грубая обработка; полуступичная обработка; обработка частей оси для крепления подшипников; чистовая обработка; шлифование и накатка.

Отрезку и зацентровку осей осуществляют на специализированных осеотрезных станках. В качестве инструмента при обработке центровых отверстий применяют сверла и зенковки или специальные центровые сверла.

Грубую обработку осей осуществляют на специализированных осеобдирочных станках, снабженных двумя многолезцовыми суппортами, типовых гидрокопировальных двухсуппортных станках и токарно-копировальных односуппортных станках, а также на универсальных токарно-винторезных станках.

Полуступичная и чистовая обработка осей осуществляется как на двухсуппортных, так и на универсальных токарно-винторезных станках. Окончательная чистовая обработка шеек и предподступичных частей оси осуществляется на универсальных шлифовальных станках (например, модели 3А164А и 3М175). Одной из наиболее ответственных операций при обработке оси является приточка оси под запрессовку колес. Подступичная часть оси должна иметь цилиндрическую форму и соответствовать установленному классу шероховатости поверхности. Для плавного захода оси в ступицу колеса при запрессовке наружный конец подступичной части оси обтачивают на конус, основание которого обращено к средней части оси, с разницей диаметров до 1 мм и длиной 7–10 мм. Во избе-

жание задира поверхности отверстия ступицы колеса при запрессовке переход от запрессовочного конуса к цилиндрической подступичной части должен быть плавным. Запрессовочный конус, выполняющий роль оправки, распирает ступицу и способствует плотной посадке колеса на ось. Наличие большой конусности при любых значениях натягов оказывает отрицательное влияние на запрессовку и может привести к браку при выполнении этой операции. Для проверки качества обработки сопрягаемых частей элементов колесной пары перед запрессовкой применяют стандартные эталоны чистоты (шероховатости) поверхности.

Резьбу М110 на осях РУ1 нарезают на токарно-винторезных станках, а торцовый паз и отверстия М12 обрабатывают с помощью специальных агрегатных головок. Отверстия М20 у оси РУ1Ш обрабатывают на специальных станках модели АМ12344 (сверление) и АМ12345 (нарезание резьбы), а также на агрегатном станке конструкции ОЭВРЗ.

Упрочняющая обработка осей накатыванием роликами производится на универсальных токарно-винторезных станках, оснащенных накатными приспособлениями, или на специализированных накатных станках КЗТС модели КЖ–1843. Обработку осуществляют за один проход с подачей 0,6–0,7 мм/об при частоте вращения оси не более 220 мин⁻¹.

Последовательность технологических операций механической обработки оси представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Последовательность технологических операций механической обработки роликовой оси РУ1

Наименование операций	Оборудование, приспособления и инструмент	Режимы и условия выполнения операций
1 Отрезка концов оси, сверление и зенкование центровых отверстий	Центрально-отрезной полуавтомат КЖ-4250	Обрабатывают одновременно с двух сторон
2 Перенос клейм маркировки со средней части оси на торец	Пресс, кассета с набором клейм	–
3 Черновая обточка оси	Гидрокопировальный полуавтомат 1А832	Обрабатывают одновременно с двух сторон
4 Ультразвуковой контроль оси	Стенд, дефектоскоп УЗД-56М или УЗД-64, или УД2 «Пеленг»	–
5 Фрезерование на торцах оси пазов, сверление отверстий под резьбу М12 и нарезание резьбы М12Х1,75	Фрезерно-сверлильный полуавтомат	Обрабатывают одновременно с двух сторон
6 Чистовая обточка поверхности оси	Гидрокопировальный полуавтомат 1А833 или 1А833М	То же
7 Накатка средней части оси	Нкатной полуавтомат КЖ-1843	–
8 Накатка шеек и галтелей предподступичных частей оси	Нкатной полуавтомат КЖ-1842	Обрабатывают одновременно с двух сторон
9 Накатка предподступичных частей оси	Специальный полуавтомат для накатки предподступичной части вагонной оси	То же

Окончание таблицы 2.1

Наименование операций	Оборудование, приспособления и инструмент	Режимы и условия выполнения операций
10 Обточка галтелей, фасок и резбовых канавок	Токарный станок 1М63 или 1А64	–
11 Шлифование шеек	Бесцентрово-шлифовальный автомат 3185А	Шлифуют поочередно с поворотом оси
12 Шлифование поверхностей под резьбу М110×4, разгружающих канавок и переходных радиусов		
13 Шлифование подступичных частей		
14 Накатка резьбы М110×4	Резьбонакатной автомат	Обрабатывают одновременно с двух сторон
15 Накатка подступичных частей оси	Специальный полуавтомат КЖ-1842	С двух сторон одновременно до параметра шероховатости 1,25
16 Магнитный контроль оси	Стенд, магнитный дефектоскоп	–
17 Протирка оси	Стеллаж	–
18 Окончательный контроль качества оси, клеймение и оформление приемочной документации	Стеллаж, контрольно измерительный инструмент, пресс для клеймения	–

2.3 Механическая обработка колёс

К точности размеров железнодорожных колес, а также к шероховатости их обработанных поверхностей предъявляют весьма высокие требования, удовлетворить которые при формировании колеса на прессах и прокатных станах практически невозможно. Это приводит к необходимости обточки колес по профилю катания, которая производится во всех странах, производящих цельнокатаные колеса подвижного состава. Окончательную обработку резанием боковых поверхностей обода колеса, гребня, поверхности катания и наружного торца ступицы выполняют на заводе-изготовителе черновых колес. На заводах, осуществляющих формирование колесных пар, обработке резанием подвергаются только внутренний торец ступицы и отверстие в ступице колеса под запрессовку оси. При **обработке резанием колес** необходимо соблюдать следующие **т е х н и ч е с к и е т р е б о в а н и я**:

- колеса, поступающие на обработку, должны иметь температуру, равную температуре воздуха в цехе;

- расточенное отверстие в ступице колеса должно иметь цилиндрическую поверхность и быть концентрично кругу катания; ось отверстия должна быть перпендикулярна торцу ступицы и боковой поверхности обода с внутренней стороны колеса;

- непараллельность внутренней торцевой поверхности ступицы относительно боковой поверхности обода с внутренней стороны колеса не должна

превышать 2,5 мм, а эксцентриситет обработанного отверстия ступицы относительно круга катания – 1 мм;

- допуски формы поверхности отверстия ступицы не должны быть больше: овальность – 0,025 мм, конусность – 0,05 мм при условии расположения большего диаметра отверстия с внутренней стороны колеса;

- разностенность ступицы колеса не должна быть более 4 мм, а диаметр отверстия в ступице при расточке должен быть выполнен в соответствии с заказом, определяемым при формировании колесных пар вагонов.

Различие погрешностей изготовления колес и осей обуславливает несовпадение центра масс сформированной колесной пары с осью вращения. Такие колесные пары вагонов не уравновешены, и их работа сопровождается отрицательным воздействием на элементы железнодорожного пути и подвижного состава. При установке таких колесных пар на поезд, движущийся со скоростью более 140 км/ч, выполняется динамическая балансировка на специальном балансировочном станке модели МС-991, снабженном механизмом определения дисбаланса и устройством с фрезерной головкой для его устранения путем снятия металла по внутренней кромке обода колеса.

Задачи совершенствования технологических процессов обработки резанием в вагоностроении и при ремонте вагонов являются актуальными. Совершенствование технологии механической обработки деталей целесообразно осуществлять параллельно по нескольким направлениям:

- исключение морально устаревшего оборудования из эксплуатации путем замены его универсальными станками с числовым программным управлением (применение станков с ЧПУ позволяет в 2–4 раза повысить производительность труда рабочих-станочников, более рационально использовать производственные площади, расширить возможности многостаночного обслуживания, повысить качество и точность обработки деталей);

- создание автоматических линий обработки типовых деталей;

- использование гибких производственных систем (ГПС) – совокупность различно сочетающегося оборудования с ЧПУ, транспортно-ориентирующих систем, гибких производственных модулей и систем обеспечения их функционирования в автоматическом режиме;

- применение специальных многопозиционных, многорезцовых и многошпиндельных станков с автоматизированными системами управления (электронными, пневматическими, гидравлическими).

На некоторых вагоностроительных заводах в настоящее время уже действуют автоматизированные линии или автоматизированные рабочие места, оснащенные специальным обрабатывающим оборудованием. Внедрение автоматизированных линий обработки вагонных осей и колес позволило примерно в 2 раза сократить станочный парк, занятый изготовлением этих деталей, и в 2,5 раза – число рабочих-станочников.

В технологическом потоке механическая обработка не всегда является заключительной операцией изготовления колес, в ряде случаев она предшествует термической обработке. Использование механической обработки на заключительной стадии предпочтительнее, так как позволяет устранить искажения геометрических размеров и формы, возникающее в результате термической обработки колес. Однако для организации такого процесса при обработке колес, подвергающихся закалке с отпуском и имеющих высокие прочностные характеристики, необходимы специальные станки и режущий инструмент.

Перечень станков для механической обработки элементов колёсных пар и их габаритные размеры приведены в таблице А.18 приложения А.

2.4 Постановка клейм

Маркировка колесных пар является как бы паспортом, удостоверяющим, что тот или иной элемент изготовлен на соответствующем заводе, который несет гарантийную ответственность за исправную работу элемента в эксплуатации в течение определенного времени, обусловленного технической документацией. На элементы колесных пар четко наносят следующие **знаки маркировки и клеймения**:

- на необработанные оси – на подступичной или средней части оси – номер завода-изготовителя, дату изготовления, приемочные клейма МПС, номер оси, номер плавки;

- грубо или окончательно обработанные оси – на торце шейки – приемочные клейма, условный номер пункта, перенесшего знаки маркировки, номер завода-изготовителя, дату изготовления оси, номер оси;

- цельнокатаные колеса – на наружной грани обода – дату изготовления, номер плавки, приемочные клейма, номер завода-изготовителя колеса, номер колеса.

Колесные пары и их элементы должны иметь знаки маркирования и клейма, относящиеся:

- к изготовлению осей, предусмотренные ГОСТ 31334;

- изготовлению колес, предусмотренные ГОСТ 10791;

- формированию колесных пар, предусмотренные ГОСТ 4835;

- проведению текущего, среднего и капитального ремонтов, а также восстановлению профиля поверхности катания колес.

Основные размеры клейм и знаков маркировки, наносимые в холодном состоянии на торцы осей колесных пар, должны соответствовать приведенным на рисунке 2.1.

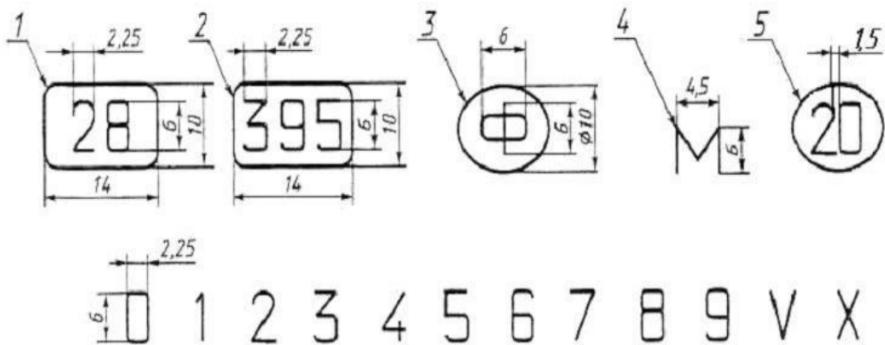


Рисунок 2.1 – Основные размеры клейм и знаков маркировки, наносимые на торцы осей:

- 1, 2 – клеймо условного номера предприятия; 3 – знак формирования колесной пары;
4 – знак монтажа буксовых узлов; 5 – знак государства-собственника

Клейма и знаки маркировки, относящиеся к изготовлению оси, наносятся на торец оси (рисунок 2.2).

Сторона оси, на торце которой выбиты клейма и знаки маркировки, относящиеся к ее изготовлению, считается правой стороной оси (колесной пары).

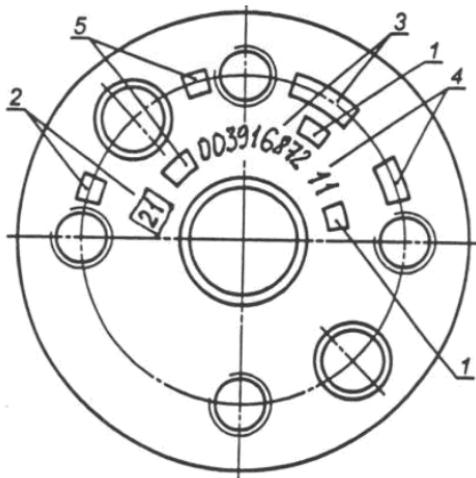


Рисунок 2.2 – Клейма и знаки маркировки, относящиеся к изготовлению оси:

- 1 – приемочные клейма; 2 – условный номер предприятия, производившего обработку оси и перенос знаков маркировки; 3 – номер оси (первые 4 знака – условный номер предприятия-изготовителя оси; до 6 знаков – порядковый номер оси);
4 – две последние цифры года изготовления черновой оси; 5 – клеймо службы технического контроля предприятия-изготовителя чистой оси

Клейма и знаки маркировки, относящиеся к изготовлению колеса, наносятся на наружную боковую поверхность обода колеса (рисунок 2.3).

Клейма и знаки маркировки, относящиеся к новому формированию или проведению капитального ремонта колесной пары, наносятся на торце оси правой стороны колесной пары (рисунок 2.4).

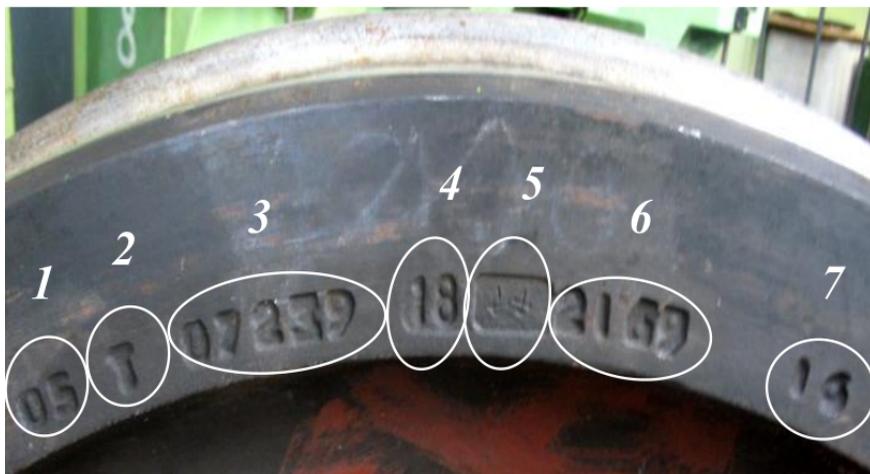


Рисунок 2.3 – Клейма и знаки маркировки, относящиеся к изготовлению колеса:

1 – две последние цифры года изготовления колеса; 2 – марка стали; 3 – номер плавки; 4 – условный номер предприятия-изготовителя колеса (номер или его торговая марка); 5 – приемочные клейма; 6 – порядковый номер колеса по системе нумерации предприятия-изготовителя; 7 – код государства – собственника колеса, наносимый на площадках в двух местах: первое клеймо – на расстоянии 100–150 мм от основной маркировки, второе – с противоположной стороны

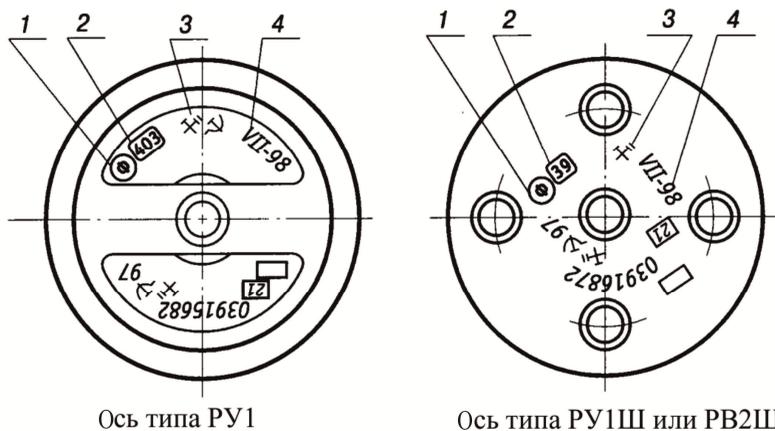
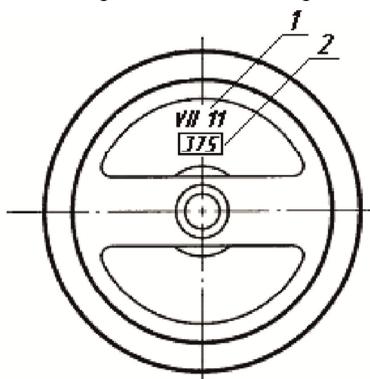


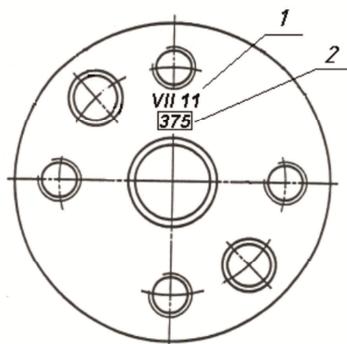
Рисунок 2.4 – Клейма и знаки маркировки, относящиеся к новому формированию или проведению капитального ремонта колесной пары:

1 – «Ф» – знак нового формирования или проведения капитального ремонта колесной пары; 2 – условный номер предприятия, которое произвело новое формирование или капитальный ремонт колесной пары; 3 – приемочные клейма; 4 – месяц и две последние цифры года производства нового формирования или капитального ремонта колесной пары

Клейма и знаки маркировки, относящиеся к проведению среднего ремонта колесной пары, наносятся на торце оси с левой стороны колесной пары (рисунок 2.5).



Ось типа PY1



Оси типа PY1Ш или PB2Ш

Рисунок 2.5 – Клейма и знаки маркировки, относящиеся к проведению среднего ремонта колесной пары, наносимые на торце оси:

1 – месяц и две последние цифры года проведения среднего ремонта колесной пары; 2 – условный номер предприятия, которое произвело средний ремонт колесной пары

При отсутствии места для нанесения знаков и клейм старые знаки и клейма должны быть зачеканены или заварены с последующей зачисткой.

Запрещается зачеканивать или заваривать знаки и клейма, относящиеся к изготовлению оси. Они должны быть сохранены на весь срок службы оси.

3 ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ И ЭЛЕМЕНТОВ КОЛЁСНЫХ ПАР ВАГОНОВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ. КОНТРОЛЬ РАЗМЕРОВ

Относительное смещение сопряженных элементов колесных пар и усталостный излом осей в зонах напрессовок во многом предопределяет эксплуатационную надежность подвижного состава рельсового транспорта.

Практика показывает, что при хорошем качестве основного металла (отсутствие трещин, пустот и прочее) **усталостное разрушение деталей металлических конструкций начинается с поверхностных слоев металла**. Поэтому состояние поверхностного слоя металла прямо влияет на усталостную прочность осей колесных пар. При изготовлении деталей резанием в местах обработки образуется поверхностный слой, отличающийся по своим свойствам от основного металла. Глубина этого слоя зависит от свойств металла, вида и режима обработки (колеблется от 0,05 до 0,6 мм, а иногда и больше). Состояние поверхностного слоя характеризуется величиной и направлением неровностей, величиной и глубиной наклепа; структурой металла; величиной, знаком и глубиной залегания остаточных напряжений от обработки.

Неровность поверхности обработанной детали характеризуется волнистостью и шероховатостью. *Волнистость* препятствует плотному прилеганию соединяемых элементов конструкции друг к другу. В местах контакта происходит интенсивное истирание материала, вследствие чего именно с этих мест начинаются усталостные разрушения. *Шероховатость* поверхности характеризует микрогеометрию детали и образуется как результат взаимодействия инструмента и обрабатываемого материала. Величина шероховатости определяется видом (точение, шлифование, накатка) и режимом обработки, зависит существенно от жесткости системы «станок – приспособление – инструмент – деталь».

Особенно опасным с точки зрения усталостной прочности осей колесных пар являются **следы обработки**, расположенные перпендикулярно направлению действия внешних усилий. В этом случае риска на обработанной поверхности является концентратором напряжений и может стать местом возникновения усталостной трещины в оси, приводящей к преждевременному ее разрушению. *Повышение чистоты обработки* поверхности, как правило, существенно увеличивает усталостную прочность. Совместное воздействие упругопластических деформаций и местного нагрева, возникающих в зоне резания, обуславливает упрочнение (наклеп) поверхностного слоя. Механические характеристики (предел прочности σ_B ,

предел упругости σ , предел текучести τ) и твердость наклепанного слоя выше, чем у основного металла, но вместе с тем уменьшается его пластичность и повышается хрупкость. При обычных режимах резания глубина наклепа при механической обработке среднечерных сталей не превышает 0,1–0,2 мм. При увеличении глубины резания и больших подачах глубина наклепа на обработанной поверхности достигает 0,5–1,0 мм. Степень наклепа, определяемая как отношение наибольшей величины твердости наклепанного поверхностного слоя к твердости основной массы металла, для обычных условий резания составляет 1,5–2,0. *Чрезмерная величина наклепа приводит к разрушению поверхностного слоя, которая может послужить местом возникновения усталостной трещины.*

Упрочнение поверхностного слоя, при котором сохраняются его пластические свойства, способствует повышению усталостной прочности. Остаточные напряжения $\sigma_{\text{ост}}$, образующиеся в поверхностном слое, оказывают большое влияние на усталостную прочность. *При внешних растягивающих нагрузках* остаточные напряжения сжатия снижают суммарное напряженное состояние конструкции и тем самым повышают ее усталостную прочность. Различают три рода остаточных напряжений. *Напряжения первого рода* (микронапряжения) охватывают области, соизмеримые по объему с размерами деталей; *напряжения второго рода* распределяются в объемах одного или нескольких зерен металла; *напряжения третьего рода* (субмикроскопические) проявляют свое влияние в пределах атомной решетки. *Наибольшее влияние на усталостную прочность оказывают напряжения первого рода.* Выбор варианта и режимов обработки обуславливает характер в величину микронапряжений. Например, при обработке посадочной поверхности ступицы колеса рекомендуются: подача – 2 мм/об; глубина резания – 0,3–0,5 мм; скорость резания – 58 м/мин. Кроме режима обработки и геометрии режущего инструмента на образование остаточных напряжений $\sigma_{\text{ост}}$ существенно влияют условия охлаждения при резании. *Величина остаточных напряжений часто соизмерима, а иногда и превосходит напряжение от внешних нагрузок, достигая напряжений предела прочности материала.* Например, при точении среднечерной легированной стали они достигают 500–600 МПа (50–60 кгс/мм²).

Эффективным средством увеличения несущей способности вагонных осей в соединениях с гарантированным натягом является поверхностное пластическое деформирование (ППД), осуществляемое накаткой роликами. Пластическая деформация поверхностного слоя металла в холодном состоянии (наклеп) повышает предел прочности и твердость слоя металла (пластические свойства металла снижаются, повышается износостойкость поверхности). Происходит сдвиг отдельных частей кристаллов металла относительно друг друга по плоскостям скольжения, то есть образуется слой металла с искаженной кристаллической решеткой, создающей шероховатость на поверхности сдвига, которая препятствует дальнейшему перемещению зерен. Может наблюдаться и поворот одной части кристаллической решетки в положение, симметричное другой ее части. *Твердость наклепанной поверхности повышается более чем на 25 % при глубине уп-*

роченного слоя 0,02–0,05 от величины диаметра обрабатываемой роликами цилиндрической поверхности (в поверхностном слое остаются остаточные сжимающие напряжения). *Накатка осей колесных пар роликами увеличивает предел выносливости по излому более чем в 2 раза.* За счет интенсификации режимов обработки предел выносливости осей может быть дополнительно повышен.

Твердость накатанной поверхности оси повышается при усилии нажатия на ролик примерно 20–25 кН в зависимости от исходной твердости материала. Дальнейшее увеличение силы нажатия вызывает сначала снижение твердости накатанной поверхности вследствие разупрочнения под воздействием теплового потока, возникающего при пластических деформациях, а затем и разрушение поверхностного слоя. Степень деформаций металла увеличивается настолько, что его пластичность становится недостаточной для перераспределения напряжений, и он начинает отслаиваться в виде чешуек, теряя упругую устойчивость. При увеличении силы нажатия роликов изменяется чистота и твердость накатанной поверхности, а также сопротивление соединения с натягом осевому сдвигу. Большая деформирующая сила (нажатие на ролик), вызывая разрушение поверхностного слоя металла, может обуславливать в указанных условиях пониженное сопротивление соединений осевым сдвигающим усилиям по посадочной поверхности.

Снижение усталостной прочности осей колесных пар в зонах напрессовок вызывается рядом факторов, степень влияния которых в эксплуатации сказывается различной. Кроме общего напряженного состояния соединений с натягом и концентрации напряжений следует отметить влияние фреттинг-коррозии на резкое снижение усталостной прочности осей [30]. Анализ неисправностей колесных пар вагонов в эксплуатации и результатов многочисленных исследований показывает, что *в соединениях с натягом возникают повреждения охватываемых деталей, обуславливаемые контактной коррозией, которые снижают предел выносливости осевой стали на 35–40 %*. В подступичных частях осей колесных пар трещины усталости наиболее интенсивно появляются примерно через $(160–250) \times 10^6$ циклов нагружения (через 10–16 лет работы). При циклическом изгибе осей колесных пар в соединениях с натягом возникают микроперемещения, вызываемые скольжением оси в ступице колеса и деформацией поверхностей сопряжения. Местное проскальзывание создает условие для разрушения контактирующих поверхностей сопряженных с натягом деталей (коррозия трения, фреттинг-коррозия). В эксплуатации продолжает оставаться достаточно высоким относительное число изломов осей колесных пар вагонов в подступичной части. Возникновение усталостных трещин наблюдается в осях большей частью по кольцевой поверхности на небольшом расстоянии от внутренней грани ступицы колеса.

Основным видом разрушения соединений с натягом колесных пар вагонов является сдвиг колес на осях без проворачивания. Кроме сдвигов осей наблюдаются в эксплуатации и при ремонте колесных пар случаи ослабления прочности сопряжений. При известных геометрических размерах соединений и натягах несущая способность в осевом и окружном направлении определяется величинами контактного давления под посадкой и коэффи-

циента трения на поверхностях сопряжения осей и колес. В практике и при исследованиях отмечается, что усилие распрессовки может составлять 75–80 % от величины конечного запрессовочного усилия для данного соединения, то есть коэффициенты относительной прочности соединений могут иметь значения меньше единицы. В эксплуатации встречались колесные пары вагонов [12], усилия сдвига которых под воздействием статической нагрузки составляли лишь 30 т. Учитывая снижение прочности соединений с натягом на сдвиг при циклическом изгибе оси, можно заключить, что для разрушения соединений указанных колесных пар достаточно аксиального усилия сдвига величиной около 50 % от приведенного значения для случая статического нагружения (по данным ВНИИЖТа боковые силы, действующие на колесную пару со стороны контррельса, могут достигать 15 т уже при скорости движения 72 км/ч). **Основные причины снижения прочности при круговом изгибе оси:** скольжение слоев вала в охватываемой детали на части контактирующих поверхностей; способность вала перемещаться во втулке без приложения внешних осевых нагрузок. Скольжение является результатом образующейся разности в удлинениях вала и втулки, которая превышает величину предварительного смещения. Она переводит процесс трения покоя в трение движения на некоторых участках поверхности сопряжения, вследствие чего суммарная прочность соединения снижается. Таким образом, наблюдаются зоны проскальзывания (подвижного контакта) и зоны неподвижного контакта на участках подступичной части оси, где отсутствует относительное микроперемещение сопряженных с натягом элементов колесной пары. Снижение прочности сопряжения соединений колесных пар вагонов в условиях циклического изгиба оси обуславливается уменьшением площади неподвижного контакта. С увеличением напряжений от изгиба вала растут площадки скольжения, вызывая соответствующее дальнейшее снижение прочности сопряжения из-за уменьшения площади неподвижного контакта соединенных с натягом деталей. С уменьшением деформаций посадочных поверхностей деталей увеличиваются зоны неподвижного контакта. *Поэтому для повышения эксплуатационной надежности колесных пар вагонов необходимо обеспечить снижение уровня относительных деформаций при напряжении посадочных поверхностей элементов, соединяемых с гарантированным натягом.* Опытные данные по прочности однотипных соединений с различными натягами показали, что натяг определяет уровень статической прочности и величину усилия сдвига в условиях переменного изгиба оси. Изгиб вала, вызывая перераспределение контактных давлений в соединении и увеличение их на стороне сжатых волокон, может вызывать пластические деформации при меньших исходных значениях натяга. Момент возникновения пластических деформаций зависит от материала сопрягаемых деталей. Воздействие на соединение с натягом статического изгибающего момента в пределах упругих деформаций вала и втулки не вызывает снижения прочности на сдвиг. Круговой изгиб оси вызывает перераспределение контактных давлений в зоне сопряжения. Увеличение контактного давления на сжатой стороне соединения препятствует смещению оси внутрь ступицы, а в растянутой зоне, в этот момент, сопротивление перемещению

оси из втулки (ступицы) наружу снижено из-за уменьшения контактного давления. Различные величины деформаций на противоположных сторонах соединения при круговом изгибе оси предполагают возникновение постоянной составляющей напряжений растяжения в оси, сумма которых по всему сечению и будет равна выталкивающей силе. Эта сила существует при всех значениях напряжений $\sigma_{из}$ переменного изгиба, а величина ее определяется [4] по формуле

$$P_{вых} = 0,015\pi d^2 l \sigma_{из}, \quad (3.1)$$

где d – диаметр, м;

l – длина сопряжения, м.

Возможность получения соединений высокой прочности (как усталостной, так и на относительный сдвиг) отмечается при условии применения рациональных технологических процессов обработки сопрягаемых поверхностей деталей. *Максимальное сопротивление сдвигающим усилиям соединения с гарантированным натягом оказывают при высокой чистоте обработки и твердости посадочной поверхности, что примерно соответствует наивысшей интенсивности наклепа накатанной оси.* Объясняется это тем, что металл верхнего слоя оси, имеющий наивысшую твердость после накатки и находящийся в состоянии всестороннего неравномерного сжатия, оказывает сопротивление сдвигающим усилиям, так как на него в свою очередь оказывают давление нижележащие, упруго-деформированные слои металла.

Ободья колес изнашиваются по поверхности катания вследствие трения при качении колесных пар по рельсам. Такой износ, называемый прокатом, на 1 мм происходит после пробега колесной парой у грузовых вагонов примерно 30 тыс. км, а у пассажирских – 25 тыс. км. При большом прокате гребни могут опускаться настолько, что будут касаться болтов рельсовых скреплений, вызывая их повреждения. *Преждевременный износ гребней (тонкий гребень) является следствием нарушения нормальных условий работы колесных пар (например, наличие большой разности диаметров колес, насаженных на одной оси, перекося рамы тележки, большой зазор между буксами и направляющими боковин и др.). Изношенный гребень может служить причиной схода вагона с рельсов, особенно на противошерстных стрелках.*

Прокат и толщина гребня обода колеса измеряются абсолютным шаблоном. При этом опорные лапки шаблона необходимо плотно приложить к внутренней грани обода, а вертикальный движок установить на расстоянии 70 мм от внутренней грани колеса и плотно прижать к кругу катания. Цифра, имеющаяся на рамке и совпадающая с риской на движке, будет показывать величину проката. Шаблон следует прикладывать в нескольких местах по окружности колеса и при разных показаниях за величину проката принять большую. При измерении толщины гребня колеса риска на горизонтальном движке абсолютного шаблона устанавливается против цифры на рамке движка, которая покажет толщину гребня на расстоянии 18 мм от вершины гребня (высота гребня в 28 мм определена для предупреждения среза гребнем болтов рельсовых скреплений).

Измерение вертикального подреза гребней ободов цельнокатаных колес производят специальным шаблоном. Колесная пара не допускается к работе под вагоном, если вертикальная грань движка шаблона соприкасается с подрезанной поверхностью гребня на высоте 18 мм или хотя бы в месте расположения риски независимо от фактической толщины гребня. При установке шаблона на колесную пару его вертикальная ножка плотно прикладывается к внутренней грани обода, а движок придвигается к гребню. Если указанного соприкосновения движка шаблона с гребнем не происходит, то колесная пара не бракуется. Колесные пары, имеющие прокат и износ гребня больше установленных норм, обтачивают по профилю катания на колесотокарных станках. Качество обточки проверяется максимальным шаблоном. Правильность обточки определяется плотностью прилегания шаблона к поверхности катания, гребню и внутренней грани. Допускаются просветы не более 1 мм по высоте гребня и не более 0,5 мм по поверхности катания, гребня и внутренней грани. Нормируется наименьшая допускаемая толщина ободов колес колесных пар пассажирских и грузовых вагонов.

При включении грузовых вагонов в пассажирские поезда прокат и толщина ободов должны соответствовать требованиям, предъявляемым к колесным парам пассажирских вагонов. Толщина ободов измеряется толщиномером; измерительная ножка прибора устанавливается на расстоянии 70 мм от внутренней грани обода, что определяется по совпадению риски, имеющейся на рамке измерительной ножки, с цифрой 70, выбитой на горизонтальной передвижной планке шаблона. Измерительная линейка толщиномера плотно прикладывается к внутренней грани обода колеса, чтобы имеющийся у линейки выступ соприкасался с внутренней поверхностью обода. Цифры на линейке, совпадающие с указательной риской движка прибора, показывают действительную толщину обода колеса.

П о л з у н а м и (в ы б о и н а м и) называются стертые плоские места на поверхности катания обода колеса, появляющиеся при неправильном торможении поезда, когда колесные пары перестают вращаться, скользят по рельсам, вызывая истирание металла обода в месте контакта с рельсом. *Ползуны во время движения вагона вызывают удары, разрушительно действующие на рельсовый путь и ходовые части.* При определении наибольшего проката на колесе глубина ползуна (выбоины) должна входить в общую величину проката. Для определения действительной глубины ползуна производят измерение абсолютным шаблоном в двух местах: в выбоине (ползуне), а потом около нее. Разница между этими измерениями будет определять глубину выбоины (ползуна). Если выбоина смещена от круга катания, то для ее измерения вертикальный движок абсолютного шаблона перемещают по специальной прорези до совпадения с выбоиной (ползуном). **В ы щ е р - б и н а м и** называются небольшие местные углубления на поверхности обода, появляющиеся вследствие отслаивания или выкрашивания металла. **Р а к о в и н ы** в колесах встречаются значительно реже и причиной их появления служит присутствие в металле неметаллических включений и газовых пузырей. При истирании верхнего слоя обода раковины выходят на поверхность катания, образуя на ободе углубления различной формы.

Причиной протертости оси в средней части колесной пары может быть неправильная сборка и регулировка рычажной передачи тормоза. Протертость оси на значительную глубину является опасным повреждением, что может привести к ее излому.

Изгиб оси и сдвиг колес проверяют при помощи штангенциркуля путем четырех измерений между внутренними гранями ободов колес в диаметрально противоположных точках. Не подлежит браковке колесная пара, у которой при таком измерении после обточки внутренних граней ободов будет выявлена разность расстояний не более 1 мм, а у не проходившей обточку – не более 2 мм (штангенциркуль подлежит периодической проверке, о чем должны быть проставлены соответствующие клейма). Если измерения равны и находятся в установленных пределах (допускаемый размер), то это указывает на отсутствие изогнутости оси или сдвига колес. Ослабление колес на оси и сдвиг их с места происходит главным образом от неправильной расточки ступицы колеса и обработки подступичной части оси перед запрессовкой, а также вследствие недоброкачественной напрессовки колес на ось. При освидетельствовании колесной пары, имеющей признаки ослабления (визуальные или установленные измерением), прочность колеса на сдвиг необходимо опробовать на гидравлическом прессе. Если сдвиг колеса от середины в сторону шеек при максимальном давлении для данного типа оси не произошел, то колесная пара считается годной и перепрессовке не подлежит.

Наиболее часто встречающиеся в эксплуатации дефекты колесных пар представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Неисправности колёсных пар и их элементов

Наименование неисправности (код неисправности)	Причины возникновения неисправности	Способ устранения неисправности
I ПОВРЕЖДЕНИЯ, ВЫЗВАННЫЕ МЕХАНИЧЕСКИМИ ВОЗДЕЙСТВИЯМИ		
Сдвиг колеса на оси (331)	Механическое повреждение, характеризующееся смещением колеса вдоль оси в результате нарушения прессового соединения колеса с осью	Колёсная пара подлежит расформированию
Изгиб оси колёсной пары (332)	Нарушение геометрии оси в результате её деформации от механических повреждений при сходах подвижного состава	Ось бракуют
Расстояние между внутренними боковыми поверхностями ободов колес не соответствует допустимым размерам (831)	Нарушение размера вследствие механической обработки внутренних боковых поверхностей ободов колес	При расстоянии между внутренними боковыми поверхностями ободов колес менее допустимого производится обточка внутренних боковых поверхностей ободов колес. При расстоянии между внутренними боковыми поверхностями ободов колес более допустимого – колесная пара подлежит расформированию.

Продолжение таблицы 3.1

Наименование неисправности (код неисправности)	Причины возникновения неисправности	Способ устранения неисправности
II ПОВРЕЖДЕНИЯ ВЫЗВАННЫЕ НАРУШЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА		
Закат или складка металла в диске колеса (512)	Нарушения сплошности металла из-за несоблюдения технологии изготовления колес. По внешнему виду дефект представляет собой тонкую извилистую трещину, распространяющуюся в окружном или радиальном направлениях по диску колеса	Колеса бракуют
Продольные трещины, закаты, плены, расслоения и неметаллические включения в ободе колеса (511)	Нарушение сплошности металла из-за несоблюдения технологии изготовления колес	Колеса бракуют
Поперечная трещина на поверхности катания обода колеса (513)		
Трещина гребня колеса (517)		
Откол гребня колеса (616)	Механическое повреждение, характеризующееся нарушением сплошности металла из-за дефектов металлургического происхождения	При полном ободе колеса и отсутствии трещин, идущих вглубь обода производят восстановление профиля поверхности катания колеса. При невозможности восстановления профиля поверхности катания колесо бракуют
III ЕСТЕСТВЕННЫЙ ИЗНОС		
Равномерный прокат (111)	Равномерный круговой предельный износ колеса в плоскости круга катания вследствие одновременного действия двух процессов: смятия от давления на площадке контакта и истирания металла под действием сил трения	При величине проката более допустимых значений производят восстановление профиля поверхности катания колес на колёсотокарном станке
Неравномерный прокат (112)	Неравномерный по круговому периметру износ, когда изношенное колесо имеет в плоскости круга катания форму, отличную от круглой. Характеризуется неодинаковым прокатом в различных сечениях профиля по кругу катания	

Продолжение таблицы 3.1

Наименование неисправности (код неисправности)	Причины возникновения неисправности	Способ устранения неисправности
Износ гребня (тонкий гребень) (113)	Равномерный круговой износ гребня до предельно допустимых размеров	При предельном износе гребня колеса производят восстановление профиля поверхности катания колес
Вертикальный подрез гребня (114)	Возникает при смещении пятна контакта колеса и рельса в сторону фаски в основном из-за несимметричной посадки колес на ось, большой разницы диаметров колес по кругу катания, неправильной установки колесной пары в тележке или перекоса рамы тележки	Поверхность катания и гребень обтачивают на колесотокарном станке
Тонкий обод (115)	Толщина обода колеса менее допустимых размеров вследствие естественного износа	При толщине обода колеса менее допустимого значения колесную пару выкатывают из-под вагона. Если по толщине обода колеса колесную пару можно эксплуатировать под вагонами других типов, то ее используют при подкатке. При невозможности дальнейшего использования колеса бракуют
Ширина обода колеса менее допустимой величины (811)	Изменение ширины обода в процессе ремонта и эксплуатации	При ширине обода менее допустимой колесо бракуют
Овальность и отклонение от соосности поверхности катания колес более допустимых размеров (911)	Изменение геометрических параметров колес	При превышении допустимых размеров производят восстановление профиля поверхности катания колес
Разность расстояний между внутренними боковыми поверхностями ободов колес более допустимых размеров (931)	Нарушение геометрии колесной пары	При превышении допустимых значений производят обточку внутренних боковых поверхностей ободов колес. При наличии хотя бы в одной из плоскостей измерения расстояния между внутренними боковыми поверхностями ободов колес более допустимого значения колесная пара подлежит расформированию. В случае деформации оси или колес колесную пару бракуют

Продолжение таблицы 3.1

Наименование неисправности (код неисправности)	Причины возникновения неисправности	Способ устранения неисправности
Разность диаметров колес в колесной паре более допустимых размеров (932)	Нарушение геометрии колес	При превышении допустимых значений производят восстановление профиля поверхности катания колес
Разность расстояний от торцов предподступичных частей оси до внутренних боковых поверхностей ободов колес с одной и другой сторон колесной пары более допустимых значений (933)	Нарушение геометрии колесной пары	При превышении допустимых значений колесная пара подлежит расформированию
Коррозионные повреждения на шейках и галтелях оси (124)	Окисленные участки поверхностей шеек и галтелей оси под воздействием воды и влаги, а также других химически активных веществ	Коррозионные повреждения на шейках и галтелях оси устраняются зачисткой шлифовальной бумагой с зернистостью 6 мкм и менее с минеральным маслом. Разрешается использовать оси после зачистки, если диаметры шеек и предподступичных частей не выходят за пределы допустимых размеров. Также если остаточные коррозионные пятна по площади не превышают 30 % зачищаемой поверхности
Износ шейки оси из-за проворота внутреннего кольца (125)	Круговой износ шейки оси под внутренними кольцами подшипников, вызванный потерей натяга посадки внутренних колец	Ось бракуют
IV СМЯТИЕ МЕТАЛЛА		
Местное уширение обода (313)	Механическое повреждение, характеризующееся образованием местного наплыва в зоне фаски обода колеса. Возникает в результате пластической деформации металла под действием циклических нормальных сил вследствие наличия местного внутреннего дефекта (неметаллического включения, раковины, расслоения металла) на определенной глубине обода	Производят восстановление профиля поверхности катания колес. При наличии трещин или плен, идущих вглубь обода, колесо бракуют

Продолжение таблицы 3.1

Наименование неисправности (код неисправности)	Причины возникновения неисправности	Способ устранения неисправности
Круговой наплыв металла на фаску, выходящий за наружную грань обода (312)	Допустимое в эксплуатации механическое повреждение, вызывающегося над наружной поверхностью обода. Образуется в результате пластической деформации верхних слоев металла обода, возникающей под действием нормальных и боковых усилий в кривых участках пути	Обточка на станке
Остроконечный накат гребня (311)	Выступ на гребне, возникающий в результате пластической деформации поверхностных слоев металла гребня в сторону его вершины из-за высокого контактного давления и интенсивного трения в месте взаимодействия с головкой рельса	
Намин на шейке оси от внутреннего кольца подшипника (321)	Образуются в результате появления местных высоких контактных давлений на поверхности шейки из-за неправильной формы посадочных поверхностей колец подшипников	Допускается устранять зачисткой шлифовальной бумагой с зернистостью 6 мкм и менее с минеральным маслом или обработкой на станке
Задиры и риски на подступичных частях оси (121)	Продольный износ или вырывы металла, характеризующиеся местными углублениями, образовавшимися в результате схватывания металла при распрессовке колес с оси	Задиры и риски на подступичных частях оси устраняются обточкой с последующим упрочнением накаткой роликами на станке при условии, что диаметр подступичной части оси при прессовой посадке колес на ось будет не менее допустимого размера. При диаметре подступичной части оси менее допустимого размера ось бракуют
Задиры и риски на шейках и предподступичных частях оси (122)	Окружные неравномерные по поперечному профилю износы, характеризующиеся местными незначительными углублениями на поверхностях шеек или предподступичных частях оси. Продольные износы (царапины), характеризующиеся незначительными углублениями на поверхностях шеек или предподступичных частях оси	Задиры и риски на шейках глубиной не более 0,2 мм и предподступичных частях оси не более 2,0 мм устраняются зачисткой шлифовальной бумагой с зернистостью 6 мкм и менее с минеральным маслом. При превышении допустимых размеров ось бракуют

Продолжение таблицы 3.1

Наименование неисправности (код неисправности)	Причины возникновения неисправности	Способ устранения неисправности
Обрыв болтов М12 осей РУ1, М20 – РУ1Ш и РВ2Ш, М24 – РВ2Ш (326)	Нарушение целостности болтов М12, М20 и М24 в результате механического повреждения	При возможности стержни болтов удаляют из оси, при невозможности удаления ось бракуют.
Забоины и вмятины более допустимых размеров (322)	Возникают в результате пластической деформации от удара тяжелым предметом по оси в процессе погрузки или выгрузки колесной пары или при ее ремонте	<p><i>На средней части оси</i> Забоины и вмятины глубиной не более 2,0 мм допускается оставлять без устранения. Глубиной более 2,0 мм, но менее 5,0 мм допускается устранять зачисткой вдоль оси наждачным кругом с последующей доводкой шлифовальной шкуркой зернистостью 6 и менее с минеральным маслом при условии, что диаметр оси в месте забоин и вмятин после зачистки будет не менее допустимого размера. При невыполнении этого условия ось бракуют.</p> <p><i>На шейках оси</i> Тупые забоины и вмятины глубиной не более 1,5 мм и площадью до 50,0 мм² на расстоянии не ближе 50,0 мм от торца предподступичной части оси допускается оставлять без устранения. Выступающие края должны быть зачищены заподлицо с поверхностью шлифовальной шкуркой зернистостью 6 и менее с минеральным маслом в направлении вдоль шейки оси. При наличии забоин и вмятин более допустимых размеров ось бракуют.</p> <p><i>На предподступичных частях оси</i> Забоины и вмятины глубиной не более 2,0 мм допускается оставлять без устранения. Выступающие края должны быть зачищены заподлицо с поверхностью шлифовальной шкуркой зернистостью 6 и менее с маслом в направлении вдоль предподступичной части оси. При наличии забоин и вмятин более допустимых размеров ось бракуют.</p>

Продолжение таблицы 3.1

Наименование неисправности (код неисправности)	Причины возникновения неисправности	Способ устранения неисправности
Повреждение центрального отверстия (323)	Происходит в результате смятия металла в процессе многократного небрежного закрепления колесной пары в центрах на станке при ее ремонте	Разрешается устранять заваркой с последующим восстановлением центрального отверстия до номинальных размеров по специальной технологии, утвержденной в установленном порядке
Повреждение резьбы М110х4 осей РУ1 (324)	Происходит в эксплуатации или при монтаже под действием значительных осевых сил, вызывающих пластическую деформацию резьбы, а повреждение – в виде местных вмятин в результате случайных ударов тяжелым предметом	При наружном диаметре резьбы оси более 110 мм производят калибровку специальным инструментом. При наружном диаметре менее 108,7 мм, износе, срыве ниток, смятии рабочей поверхности профиля резьбы, выровнов ниток и других дефектов производят наплавку резьбовой части оси и последующую механическую обработку. Качество вновь нарезанной резьбы проверяется калибрами
Повреждение резьбы М12 осей РУ1, М20 осей РУ1Ш и РВ2Ш, М24 осей РВ2Ш (325)	Механическое повреждение, характеризующееся искажением профиля резьбы в отверстиях торца шейки оси	Допускается без устранения при повреждении не более трех ниток резьбы. При повреждении от четырех до шести ниток резьбовое отверстие исправляют метчиком. При повреждении более шести ниток резьбу восстанавливают по специальной технологии, утвержденной в установленном порядке
Обрыв болтов М12 осей РУ1, М20 осей РУ1Ш и РВ2Ш, М24 осей РВ2Ш (326)	Нарушение целостности болтов М12 и М20 в результате механического повреждения	При возможности стержни болтов М12, М20 и М24 удаляют из оси, при невозможности удаления ось бракуют
V ТОРМОЗНЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ		
Кольцевые выработки на поверхности катания (116)	Образуются главным образом по краям зоны контакта поверхности катания с тормозной колодкой. Возникновение объясняется неодинаковыми термическими условиями работы поверхностных слоев металла колеса и композиционной колодки по ширине зоны контакта и воздействием абразивных частиц пыли на поверхность трения по краям колодки	Производят восстановление профиля поверхности катания колес

Продолжение таблицы 3.1

Наименование неисправности (код неисправности)	Причины возникновения неисправности	Способ устранения неисправности
Протертость на средней части оси (123)	Возникает в результате трения вертикальных рычагов и горизонтальных тяг неправильно собранной рычажной передачи тормоза	Протертость глубиной не более 2,0 мм допускается оставлять без устранения. Протертость глубиной более 2,0 мм устраняют обточкой с последующим упрочнением накаткой роликами на станке с плавным переходом к необработанным местам при условии, что диаметр оси в протертом месте после обработки будет не менее допускаемого размера. При невыполнении этого условия ось бракуют
Ползун (212)	Образуется в результате заклинивания колесных пар тормозными колодками. Причины заклинивания: неисправности тормозных приборов, неправильное управление тормозами, характеризующийся образованием плоской площадки на поверхности катания	Обточка по кругу катания
Навар (211)	Образуется в результате нарушения процесса торможения, результатом которого является проскальзывание колеса по рельсу в течение очень коротких промежутков времени с перемещением в 20–30 мм, характеризующееся образованием чередующихся сдвигов металла U-образной формы	Производят восстановление профиля поверхности катания колес
Термические трещины на поверхности катания обода колеса (412)	Возникают в результате чередования интенсивного нагрева поверхности катания колеса при торможении и последующего охлаждения	Колесные пары изымаются из эксплуатации
VI ПОВРЕЖДЕНИЯ УСТАЛОСТНОГО ХАРАКТЕРА		
Трещина в диске около обода колеса (411)	Нарушение сплошности металла из-за предельного накопления усталостных повреждений в диске колеса или наличия поверхностных и внутренних дефектов	Колеса бракуют

Продолжение таблицы 3.1

Наименование неисправности (код неисправности)	Причины возникновения неисправности	Способ устранения неисправности
Трещина в диске около ступицы колеса (515)	Нарушение сплошности металла из-за накопления циклической усталости и несоблюдения технологии изготовления колес	Колеса бракуют
Радиальная трещина колеса (516)	Нарушение сплошности металла в результате действия циклических нагрузок при наличии в ободу колеса дефектов металлургического происхождения	
Трещина в ступице колеса (514)	Нарушение сплошности металла из-за несоблюдения технологии изготовления колес	
Продольные и наклонные трещины на средней части оси (522)	Возникают из-за многократного повторения циклических нагрузок, действующих на колесную пару и наличия на оси какого-либо концентратора напряжений	Ось бракуется
Трещины в подступичной части оси (421)	Образуются в результате продолжительного действия на оси больших внешних сил, вызывающих циклические знакопеременные напряжения изгиба	
Трещины на шейках и предподступичных частях оси (422)	Причиной появления являются: местная концентрация напряжений, перегрев букс. К развитию усталостных трещин иногда приводят задиры и риски на шейке и предподступичных частях	
Трещины в галтелях шеек и предподступичных частей оси (423)	Нарушение сплошности металла в виде усталостных трещин	
Выщербины по светлым пятнам, ползунам, наварам (611)	Образуются в результате усталостного разрушения поверхностных слоев металла колес под действием многократно повторяющихся контактных нагрузок	
Выщербины по усталостным трещинам (612)		Обработка на станке, если их глубина не более 10 мм и длина не более 50 мм у колесных пар грузовых вагонов и не более 25 мм – у пассажирских
Выщербины по термическим трещинам на поверхности катания обода колеса (613)		

Окончание таблицы 3.1

Наименование неисправности (код неисправности)	Причины возникновения неисправности	Способ устранения неисправности
Откол наружной боковой поверхности обода колеса (614)	Возникает в результате усталостных процессов от действия нормальных и касательных сил путем развития трещин, образующихся на глубине 8–10 мм при наличии местного концентратора напряжений в виде раковины, неметаллического включения	Не допускаются отколы глубиной по радиусу 10 мм или если ширина оставшейся части обода колеса в месте откола менее 120 мм
Откол кругового наплыва наружной боковой поверхности обода колеса (615)	Разрушение металла в виде откола наплыва на отдельных участках либо по всему периметру обода	Производят восстановление профиля поверхности катания колеса
Излом колеса по трещине у ступицы (711)	Образуется в результате развития усталостных трещин либо у ступицы, либо у обода или в результате развития внутренней кольцевой трещины в окружном направлении обода колеса.	Колесо бракуют
Излом колеса по трещине у обода (712)		
Излом обода колеса в окружном направлении (713)		
Излом оси из-за развития трещины в шейке (721)	Образуется в результате развития усталостных трещин в шейке оси колёсной пары	Ось бракуется
Излом оси из-за развития трещины в предподступичной части (722)	Образуется в результате развития усталостных трещин в предподступичной, подступичной и средней части оси колёсной пары	
Излом оси из-за развития трещины в подступичной части (723)		
Излом оси из-за развития трещины в средней части (724)		
Излом шейки оси из-за перегрева буксового узла (725)	Разрушение оси вследствие заклинивания подшипников буксового узла	

В эксплуатации встречается ряд неисправностей, не рассмотренных в представленной таблице. К ним относятся:

- сварочные ожоги оси (221), возникающие при несоблюдении правил выполнений сварочных работ на вагонах;

- нарушение геометрических параметров резьбовых отверстий М20 в осях РУ1Ш (822) из-за несоблюдения технологии изготовления оси;

- конусообразность шейки оси более допустимых размеров (922), возникающая при нарушении геометрии шейки оси;

- овальность шейки и предподступичной части оси более допустимых размеров (921), образующаяся также из-за нарушения геометрии оси.

4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА РЕМОНТА КОЛЁСНЫХ ПАР ВАГОНОВ

Проверка технического состояния колесных пар грузовых и пассажирских вагонов включает в себя кроме осмотра в эксплуатации освидетельствование их на вагоностроительных и вагоноремонтных предприятиях. Для бывших в эксплуатации вагонных колесных пар установлены следующие виды ремонта: 1) текущий; 2) средний; 3) капитальный [21].

Текущий ремонт (обыкновенное освидетельствование) колёсных пар производят при каждой подкатке их под вагоны. Типовая норма времени приведена в таблице А.14.

Средний ремонт (полное освидетельствование) колёсных пар производят:

1) при формировании и ремонте со сменой элементов; опробировании ступиц колес на сдвиг на гидравлическом прессе; неясности клейм и знаков последнего полного освидетельствования на торце шейки оси; после устранения волосовин, неметаллических включений и других пороков на оси в пределах установленных норм; после крушений и аварий поездов всем колесным парам поврежденных вагонов; при капитальном ремонте вагонов;

2) через одну обточку по предельному прокату или двум неисправностям ободов цельнокатаных колес; при каждой обточке колесных пар с подшипниками на горячей посадке, работающих с редуктором от торца шейки оси; при полной ревизии букс; после схода вагонов с рельсов (колесных пар сошедшей тележки); при наличии на поверхности катания ползуна глубиной более 1 мм, наvara и неравномерного проката более 2 мм у пассажирских вагонов и ползуна более 3 мм – у грузовых; при отсутствии бирки на буксе или неясности клейм на ней, обнаруженных при ремонте или подкатке колесных пар; при недопустимом грении буксы или повреждении буксового узла, требующего демонтажа букс, а также отказа в работе редукторно-карданного привода от торца шейки оси, требующего демонтажа редуктора; при сварочных работах на кузове вагона или тележки без соблюдения установленных требований.

Неисправные колесные пары, выявленные в ходе осмотра и освидетельствования и подвергающиеся ремонту без смены и со сменой элементов, имеют свои технологические особенности и различную трудоемкость. В колесных участках депо осуществляют средний ремонт колесных пар, а в колёсных цехах вагоноремонтных заводов (ВРЗ) – средний и капитальный. Выявленные в процессе освидетельствования в депо **колесные пары, требующие капитального ремонта, направляют-**

ся на ВРЗ. В колесных цехах ВРЗ производят новое формирование колесных пар для восполнения резервного парка исправных колесных пар на железной дороге.

Требования, предъявляемые к колесным парам при их освидетельствовании и ремонте, представлены в таблице А.17.

При текущем и среднем ремонте колесных пар осуществляют: предварительный осмотр до очистки с целью выявления ослабления, сдвига ступиц колес на оси и трещин; очистку; магнитную и ультразвуковую дефектоскопию; проверку размеров; окраску и сушку.

Работы, выполняемые при ремонте колесных пар, связаны с особенностями ремонта. При смене осей и колес (капитальный ремонт колёсных пар) выполняются: распрессовка колес с осей; подбор элементов; растачивание ступиц колес; обтачивание и накатывание подступичных частей; магнитная дефектоскопия подступичных частей; ультразвуковая дефектоскопия, запрессовка колес на оси.

При ремонте колесных пар без смены элементов могут выполняться: обточка поверхностей катания колес; обточка и накатка шеек и предподступичных частей оси и т.д.

Определение объема работ является основой для разработки технологии и организации ремонта колесных пар вагонов.

При **организации производственного процесса в колесных цехах** необходимо учитывать следующие п р и н ц и п ы:

- *специализацию* – разделение труда во всех звеньях производственной структуры;

- *пропорциональность* – соответствие пропускной способности производственных звеньев запланированному выпуску колесных пар и количественное соотношение пропускных способностей каждого звена;

- *параллельность* – протекание производственного процесса одновременно на различных рабочих местах;

- *прямоточность* – кратчайший путь движения изделия с одной операции на другую от начала до конца технологического процесса;

- *непрерывность* – непрерывное движение ремонтируемых колесных пар;

- *ритмичность* – равномерный выпуск колесных пар из ремонта.

Состояние и уровень современного оборудования колесных цехов, специализация станков по операциям, структура технологического процесса обработки отдельных элементов колесных пар, формирования их и окончательной обработки соответствует принципу поточного производства. Важным условием поточности производственного процесса является установка оборудования в порядке технологической последовательности выполнения операций. П о т о ч н ы е л и н и и характеризуются *тактом*, т.е. временем, затрачиваемым на выпуск из ремонта одной колесной пары, который определяется отношением действительного фонда времени на выпуск колесных пар из ремонта за рассматриваемый период. *Ритм* – обратное значению такту, характеризуется количеством колесных пар, выпускаемых из ремонта в единицу времени.

Важнейший показатель организации производственного процесса во времени – *длительность производственного цикла*, то есть время от начала до конца процесса освидетельствования, ремонта или формирования колесных пар. Цикл состоит из технологического, межоперационного времени и времени перерывов. Технологическое время затрачивается на выполнение основных операций по ремонту и формированию; межоперационное время расходуется на транспортирование, окончательный межоперационный контроль; время перерывов – на простои в ожидании между операциями, на складах, в парке и т.д.

Применение поточного метода приводит: к повышению производительности труда и качества ремонта; улучшению использования оборудования и площадей цеха; сокращению длительности производственного цикла; снижению себестоимости ремонта и формирования колесных пар.

Производственная структура колесных цехов определяется составом отделений, участков и порядком их взаимодействия. В состав колесных цехов входят производственные, вспомогательные участки, отделения и площади, служебно-бытовые помещения. Колесный цех ВРЗ должен иметь: колесный парк; отделение для обмывки колесных пар; прессовое отделение; колесотокарное или специализированные участки для механической обработки осей, колес и колесных пар; роликотное отделение (цех); площадку для осмотра и проверки отремонтированных колесных пар; отделения: окраски и сушки, электросварочное, ремонтно-механическое, инструментально-раздаточное, заточное; участок по ремонту приспособлений и инструмента; склады и кладовые.

В состав колесно-роликотных участков вагонного депо входят: колесный парк; отделение для обмывки колесных пар; колесотокарное отделение; роликотное отделение; участок контроля отремонтированных колесных пар; участок окраски и сушки; электросварочное отделение.

В колесных цехах ВРЗ ультразвуковая и магнитная дефектоскопия часто дублируются на входе и выходе технологического процесса ремонта и формирования колесных пар.

В программе работ вагоноремонтных заводов предусматривается ремонт колесных пар со сменой элементов и новое формирование колесных пар, предназначенных для вагонолинейных предприятий. Программу работ по каждому типу применяемого в цехе оборудования рассчитывают, используя статистические данные о проценте ремонта и сменяемости отдельных элементов колесных пар согласно таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение роликотных колесных пар вагонов по видам ремонта [25]

Наименование работ	Проценты сменяемости и ремонта	
	для заводов	для линий
Ремонт колесных пар:		
– со сменой оси	10,0	16,5
– со сменой колес	42,0	83,5
– без смены элементов	48,0	–

На рисунке 4.1 приведены примерные структурные схемы технологического процесса освидетельствования и ремонта колесных пар для депо и ВРЗ.

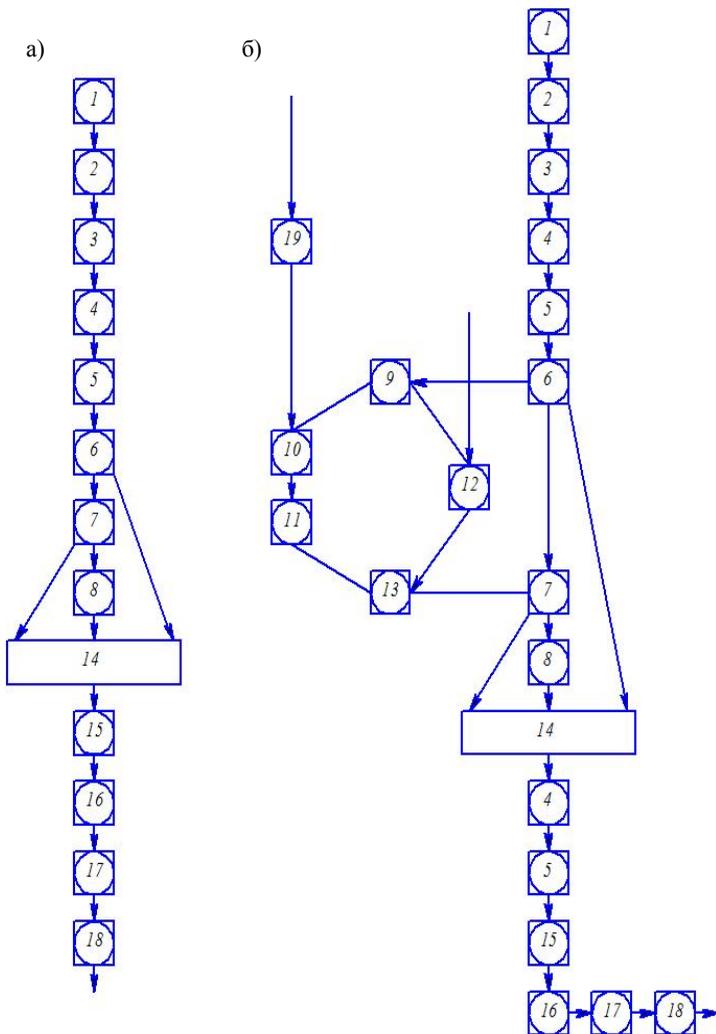


Рисунок 4.1 – Структурные схемы технологических процессов освидетельствования и ремонта колесных пар:
a – в депо; *б* – на ВРЗ

На рисунке 4.1 приняты следующие обозначения: 1 – предварительный осмотр колесных пар с целью выявления признаков ослабления или сдвига ступиц колес, трещин и других дефектов; 2 – демонтаж роликовых букс; 3 – очистка и

обмывка колесных пар; 4 – ультразвуковая дефектоскопия подступичных частей осей колесных пар, а также шеек и предподступичных частей роликовых осей, с которых не сняты внутренние и лабиринтные кольца; 5 – магнитная дефектоскопия шеек, предподступичных и средних частей оси колесных пар; 6 – окончательный осмотр, уточнение вида ремонта, проверка размеров колесных пар, заполнение натурального листка формы ВУ–51 «Приход»; 7 – обтачивание профиля поверхностей катания колес; 8 – восстановление шеек и предподступичных частей оси; 9 – распрессовка колес с осей; 10 – обтачивание и накатывание подступичных частей оси; 11 – магнитная дефектоскопия подступичных частей оси; 12 – растачивание ступиц цельнокатанных колес; 13 – запрессовка колес на ось; 14 – измерение размеров колесных пар и заполнение листка формы ВУ–51 «Расход»; 15 – клеймение колесных пар; 16 – монтаж роликовых букс; 17 – окраска; 18 – сушка колесных пар; 19 – механическая обработка осей.

Основным режимом работы цеха является односменная и двухсменная пятидневная рабочая неделя. Продолжительность рабочей смены при пятидневной рабочей неделе принимается равной 8 или 8,2 часа.

Производительность колесных цехов зависит от рациональной компоновки отделений и участков, оптимального размещения производственного, подъемно-транспортного и вспомогательного оборудования на производственной площади. На компоновочном плане указывают: взаимное расположение отделений и участков; цеховые проезды и проходы; железнодорожные пути и въезды для безрельсового транспорта; основные технологические размеры (ширину и длину пролетов, шаг колонн, высоту пролетов до подкрановых путей); число грузоподъемных кранов.

Используемое в колесных цехах оборудование разделяется на производственное (или технологическое), вспомогательное и подъемно-транспортное. *Производственное* оборудование – это все рабочие машины, станки, установки, стеллажи, которые заняты на выполнении основных операций технологического процесса ремонта и формирования колесных пар; *вспомогательное* – это оборудование, используемое для обслуживания основного производства; *подъемно-транспортное* – это различные устройства и механизмы, выполняющие подъемно-транспортные и погрузочно-разгрузочные работы.

Размещение оборудования должно обеспечивать: максимальную точность производственного процесса; непрерывность в движении; наименьший грузооборот колесных пар и их элементов в процессе ремонта и формирования; рациональное использование площади и объема здания; удобство разборки оборудования при ремонте; удобство подачи инструментов и вспомогательных материалов; соблюдение правил техники безопасности.

Вид выполняемых работ и форма организации производства оказывают существенное влияние на рациональную планировку рабочего места, которая должна удовлетворять следующим требованиям: рабочий не должен совершать

лишних движений в процессе работы; не должно быть потерь времени и излишней утомляемости рабочего, вызываемых нерациональным взаимным расположением всех элементов, входящих в состав рабочего места; рабочее место должно быть оборудовано с учетом обеспечения требований охраны труда; на рабочем месте должны быть созданы благоприятные санитарно-технические условия в отношении освещенности, тепла, чистоты и т.д.

При расстановке оборудования руководствуются нормированными размерами промежутков между оборудованием в продольном и поперечном направлениях и размерами расстояний от стен и колонн. Промежутки между станками, а также между оборудованием и смежными элементами зданий регламентируются правилами охраны труда и нормативами [5, 16]. На основе расстановки оборудования и расположения рабочих мест определяют необходимую производственную площадь цеха. В состав производственной площади входят площади, занимаемые производственным и подъемно-транспортным оборудованием, а также стеллажами, верстаками, стендами, проходами и проездами между станками. К вспомогательной площади относятся площади, занятые вспомогательным оборудованием, магистральными проездами, складами, кладовыми и другими подсобными помещениями. На упомянутой площади цеха размещаются конторские и бытовые помещения. При уточненных расчетах производственная площадь колесного цеха определяется с учетом габаритов оборудования, его компоновки, необходимых проходов, мест складирования, расстояний между оборудованием, требуемых расстояний от оборудования до наиболее выступающих элементов здания и с учетом рациональной организации рабочих мест. При укрупненном проектировании производственная площадь цеха определяется из расчета, что на единицу основного оборудования принимается 100 м^2 [25].

Колесные цехи имеют различную компоновку участков и отделений, на которую оказывают влияние такие факторы, как: размеры цеха; виды применяемых подъемно-транспортных средств; расположение колесного цеха относительно тележечного цеха и колесного парка. От компоновки участков зависит направление потока колесных пар и их элементов в процессе освидетельствования, ремонта и формирования. Большое разнообразие реальных компоновок участков колесных цехов образует различные формы маршрутных линий движения колесных пар в процессе их ремонта и формирования, среди которых встречаются прямые, зигзагообразные, петлевые, перекрестные и другие. В реальных условиях обеспечить оптимальную планировку оборудования не всегда представляется возможным. Однако *необходимо стремиться к достижению наибольшей прямооточности и наименьшего грузооборота колесных пар и их элементов в процессе ремонта и формирования.*

На рисунке 4.2 представлена планировка колесного цеха вагоноремонтного завода (ВРЗ).

На рисунке 4.3 представлена технологическая планировка участка по ремонту колесных пар вагонного депо.

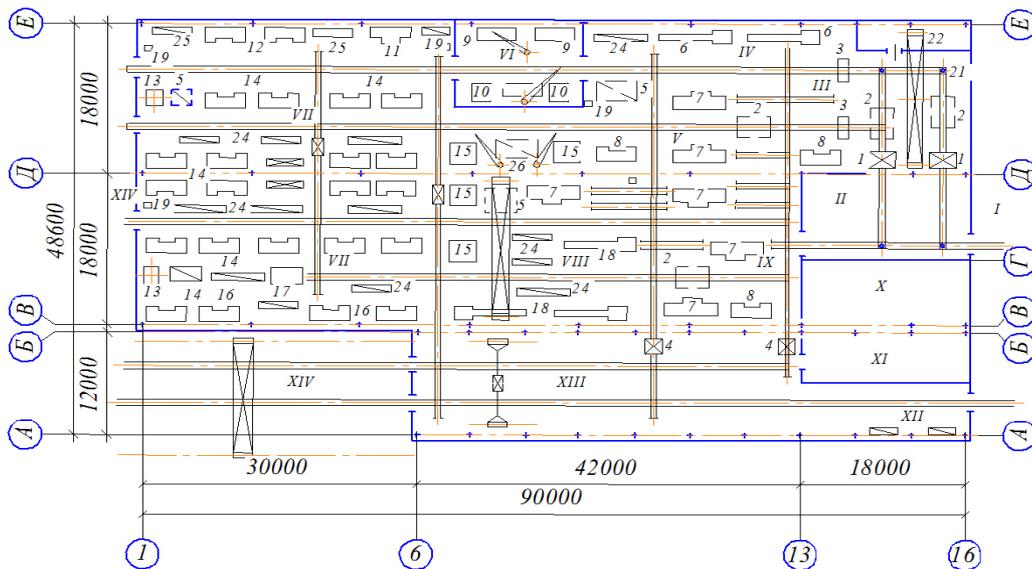


Рисунок 4.2 – Технологическая планировка колёсного цеха вагоноремонтного завода:

I – тележечный цех; участки: II – демонтажа роликовых букс; III – обмывки и входного контроля; IV – расформирования колесных пар; V – обточки колес и шеек осей; VI – электронаплавки осей и колес; VII – механической обработки осей и колес; VIII – формирования колесных пар; IX – выходного контроля и дефектоскопии; X, XI – ремонта и комплектования подшипников; XII – окраски колесных пар; XIII – монтажный; XIV – парк колесных пар.

1 – машина моечная для колесных пар; *2* – стенд дефектоскопии; *3* – стенд измерительный; *4* – устройство поперечного перемещения колесных пар; *5* – площадка накопления; *6* – пресс для расформирования колесных пар; *7, 8* – колесотокарный и шеечно-накатный станок; *9, 10* – установки для электронаплавки осей колесных пар и цельнокатаных колес; *11, 12* – станки для механической обработки наплавленных осей и осеотрезной; *13* – установка для фрезерования; *14–16* – осетокарный, колесорасточный и осенакатной станки; *17* – стенд для проверки осей; *18* – пресс для запрессовки колесных пар; *19* – станок заточной; *20* – кран-балка; *21* – круг поворотный; *22, 23* – мостовой и козловой краны; *24* – стеллаж; *25* – пресс испытательный; *26* – кран на колонне

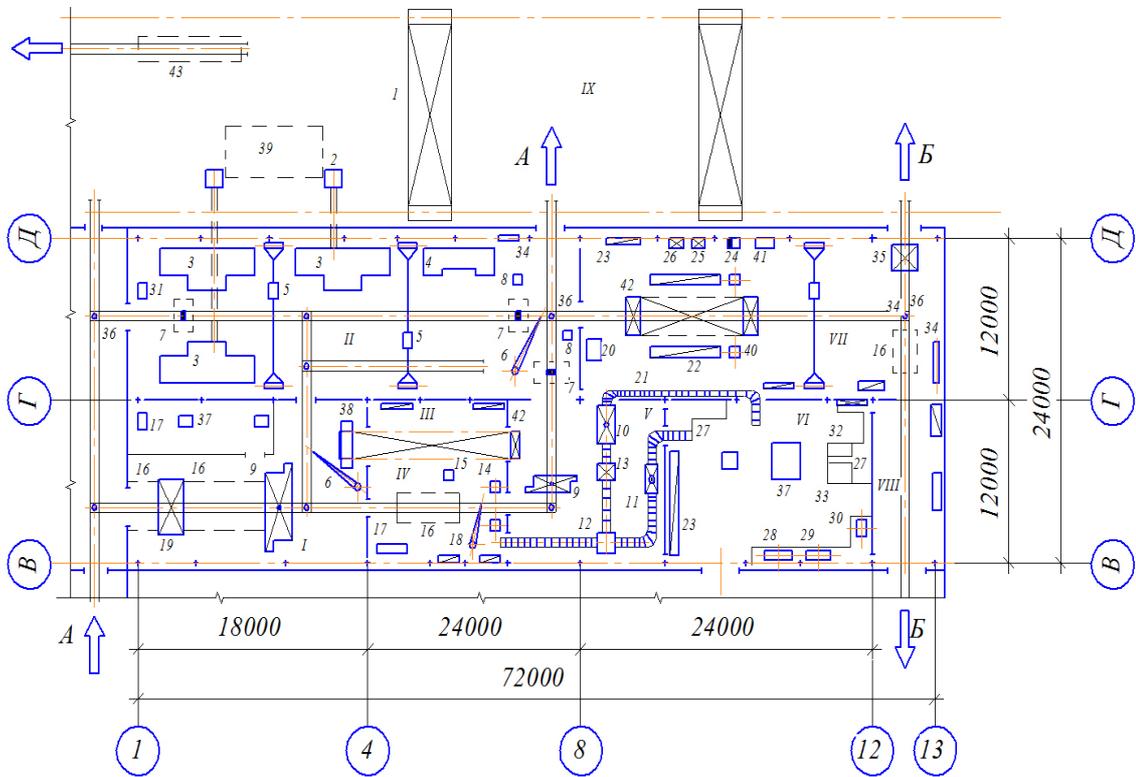


Рисунок 4.3 – Технологическая планировка участка по ремонту колёсных пар вагонного депо

А – поступление неисправных колесных пар на участок и колесный парк; Б – выпуск отремонтированных роликовых колесных пар с буксовыми узлами.

Отделения: I – очистки колесных пар; II – колесотокарное; III – промежуточной ревизии буксовых узлов; IV – демонтажное; V – обмывки деталей; VI – ремонта и комплектовки подшипников; VII – монтажное; VIII – окраски и сушки колесных пар; IX – парк колесных пар.

1 – кран козловой; 2 – транспортер для удаления стружки; 3, 4 – колесотокарный и шеечнокатной станки; 5 – кран-балка; 6 – кран консольный; 7 – механизированный стенд для магнитной дефектоскопии колесных пар; 8 – ультразвуковой дефектоскоп; 9 – моечная камерная установка для обмывки колесных пар; 10, 11 – моечные машины для корпусов букс и роликовых подшипников; 12 – установка для выпрессовки наружных колец подшипников из корпусов букс; 13 – механизированная установка очистки корпусов букс; 14 – электрифицированный стенд для демонтажа буксовых узлов с подшипниками качения; 15 – индукционный нагреватель колец подшипников; 16 – площадка накопления колесных пар; 17 – шкаф; 18 – манипулятор КШ–150; 19, 20 – установки для механической очистки колесных пар и для расшерловки; 21 – рольганг; 22 – стеллаж для букс и наружных колец подшипников с сепараторами; 23 – стеллаж; 24 – емкость для буксовой смазки; 25 – аппарат для гомогенизации (перемешивания) смазки; 26 – шкаф для электронагрева внутренних колец подшипников; 27 – стол-верстак комплектовки подшипников; 28 – верстак; 29, 30 – приборы для замера роликов и колец подшипников; 31 – станок заточной; 32, 33 – установки для зачистки колец и роликов; 34 – шкаф силовой; 35 – механизированная установка для контактной окраски (валиками) и конвективной сушки колесных пар; 36 – подъемно-поворотное устройство; 37 – стол; 38 – стенд для технической диагностики буксовых узлов колесных пар с роликовыми подшипниками; 39 – утиль-площадка; 40 – стенд для монтажа буксовых узлов; 41 – дозатор для смазки; 42 – подъемник колесных пар; 43 – площадка для отгрузки колесных пар, отправляемых в ремонт со сменой элементов, и металлолома

5 РЕМОНТ И ФОРМИРОВАНИЕ КОЛЁСНЫХ ПАР НА ВАГОНОРЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Колёсные цехи и участки вагоноремонтных предприятий предназначены для ремонта колесных пар со сменой элементов, обточки по профилю ободьев колес, обточки и накатки шеек осей. В основу их работы заложен точный метод ремонта.

5.1 Организация работы в колесном цехе

Подготовка производственного процесса ремонта вагонных колесных пар со сменой элементов осуществляется в **колесном парке**, где производится:

- приемка колесных пар в ремонт, разгрузка, осмотр, предварительное определение объема работ и распределение по специализированным путям в зависимости от требуемого ремонта;
- разгрузка и приемка новых элементов колесных пар (осевых заготовок и колес), проверка по документам и сортировка по размерам и партиям;
- создание необходимого запаса неисправных колесных пар по видам их ремонта, для обеспечения бесперебойной работы колесного цеха;
- создание необходимого запаса отремонтированных и новых колесных пар;
- учет наличия исправных и неисправных колесных пар, новых и старогодных элементов;
- хранение подлежащих ремонту и отремонтированных колесных пар, новых и старогодных элементов, металлолома;
- переработка металлической стружки и хранение;
- транспортировка колесных пар для ремонта, подача новых и старогодных элементов, уборка из цеха (участка) отремонтированных колесных пар, бракованных элементов и металлической стружки;
- погрузка и оформление отправок на линию отремонтированных колесных пар;
- отгрузка металлолома и стружки.

Для своевременной погрузки, выгрузки и транспортировки колесных пар, элементов, металлолома и металлической стружки колесные парки оборудуются эстакадой с мостовыми кранами, кран-балками или козловыми кранами необходимой грузоподъемности. Подача новых и старогодных элементов в цех, уборка стружки и бракованных элементов из цеха осуществляется тележкой или своим ходом по специальным путям. Для переработки металлической стружки в колесных парках

устанавливают механизированное оборудование для дробления и брикетирования и прессы. Колесный парк разделяется на следующие участки: рабочий парк; запасный парк; парк готовой продукции; площадки для хранения новых и старогодных элементов, металлолома и стружки.

Рабочий парк предназначен для хранения рассортированных колесных пар, ожидающих ремонта. Парк состоит из сдвоенных путей, которые полностью или частично располагаются под крановой эстакадой или в зоне действия других подъемно-транспортных средств. Вместимость путей рабочего парка должна обеспечить расстановку колесных пар вагонов в количестве не менее месячного плана ремонта. При определении длины сдвоенных путей в качестве расчетной нормы принимается 0,66 м на одну колесную пару. Пути рабочего парка специализируются по видам ремонта и типам колесных пар вагонов. В рабочем парке предусматривается свободный путь, на который подаются вагоны для разгрузки и погрузки колесных пар.

Запасный парк предназначен для хранения не рассортированных колесных пар вагонов. Он располагается рядом с рабочим парком и состоит из сдвоенных путей, расположенных полностью или частично в зоне действия подъемно-транспортных средств. Вместимость путей запасного парка должна быть не менее 20 % месячного плана ремонта колесных пар.

Парк готовой продукции служит для хранения отремонтированных исправных колесных пар. Он располагается вблизи смотровой площадки и специализируется по типам колесных пар. Длина путей парка готовой продукции определяется исходя из норматива на остаток отремонтированных и исправных колесных пар.

Для обеспечения свободного прохода между рядами установленных колесных пар расстояние между торцами шеек осей должно быть не менее 600 мм.

Площадки для хранения элементов колесных пар располагаются в рабочей зоне подъемно-транспортных средств.

При хранении колесных пар и их элементов должны соблюдаться следующие требования:

а) запрещается хранение навалом элементов колесных пар. Должна быть обеспечена:

- максимальная сохранность элементов;

- безопасность для обслуживающего персонала при выгрузке, погрузке и транспортировке;

- наилучшее использование площади парка;

б) новые и старогодные цельнокатаные колеса хранятся отдельно, при этом отверстия ступиц старогодных колес при хранении защищаются антикоррозионным покрытием (техническим вазелином, солидолом) или закрашиваются масляной краской;

в) цельнокатаные колеса должны храниться в вертикальном положении с небольшим наклоном; хранение их вертикальными стопками не разрешается, так как в местах перехода от диска к ободу собирается влага;

г) ряды цельнокатаных колес при хранении изолируются от земли деревянными прокладками;

д) новые и старогодные оси, а также оси различных типов должны храниться раздельно на стеллажах с деревянными прокладками между рядами; количество рядов в штабеле должно быть не более шести для обеспечения безопасных условий выполнения погрузочно-разгрузочных операций. В качестве расчетной нормы при определении размеров площадки для хранения осей принимают 17 осей на 1 м² площади;

е) шейки, подступичные и предподступичные части старогодных осей защищаются от коррозии и повреждений;

ж) площадка для хранения бракованных осей должна располагаться вблизи путей, предназначенных для погрузки.

Расчетная норма удельных площадей при хранении небольшого количества колес, когда они могут быть уложены не более чем в четыре ряда на площадках для хранения, составляет 0,187–0,196 м² на одно колесо в зависимости от применяемой схемы укладки колес.

Для накопления металлической стружки в колесном парке предусмотрена площадка, которая оборудуется бункером вместимостью 20–30 т, если для погрузки имеется электромагнитный грейфер, а при его отсутствии стружка хранится в бункерах вместимостью 1–2 т, из которых с помощью крана осуществляется непосредственная погрузка в вагоны.

Организация работ в колесном цехе осуществляется следующим образом. Осмотр исправных и неисправных колесных пар, поступающих в колесный парк, производится мастером (бригадиром), имеющим право на полное освидетельствование. При приемке неисправных колесных пар осуществляют: предварительный осмотр; измерение элементов; предварительное определение вида ремонта и неисправных элементов; оприходование колесной пары.

Платформы с колесными парами подаются на разгрузочный путь колесного парка в зону подъемно-транспортных средств. После разгрузки каждая группа поступивших колесных пар сличается по номерам с пересылочной ведомостью и подвергается предварительному осмотру. При отсутствии пересылочной ведомости колесные пары осматриваются и оприходуются. О случаях нарушения правил пересылки и отгрузки колесных пар сообщается отправителю и в службу вагонного хозяйства дороги. Предварительный осмотр осуществляется с целью выявления неисправностей, которые не могут быть обнаружены после очистки и обмывки колесных пар, а также выявления бракованных элементов и определения вида ремонта. При осмотре обращается внимание на место сопряжения подступичной части оси и ступицы для установления признаков сдвига колес на осях. Затем на всех элементах колесных пар выявляются трещины, дефекты и износы. Места трещин и подозрительные места обводятся светлой краской. Дефекты и износы, обнаруженные на элементах, измеряются для определения способов устранения этих неисправностей и дальнейшей пригодности элементов для ремонта.

На основании осмотра и измерения элементов предварительно назначают необходимый вид ремонта колесных пар. В определенных местах на каждой колесной

паре производится условная разметка вида ремонта или исправляется неправильная разметка, сделанная отправителем. После разметки колесные пары берут на учет с оформлением соответствующих граф натурального колесного листка формы ВУ–51. На оси крепят бирку (ярлык из жести) с номером, с которым колесная пара будет проходить весь процесс ремонта (номер бирки должен соответствовать порядковому номеру приходного колесного листка). Осмотренные колесные пары ставятся на соответствующий путь рабочего парка или подаются в ремонт. Все колесные пары, выкаченные из-под вагонов, подаются на специальную площадку для предварительного осмотра и оприходования.

При оприходовании поступивших исправных (отремонтированных) колесных пар их номера сличают с номерами, указанными в пересылочной ведомости. Затем проверяется наличие и правильность постановки клейм и знаков. Элементы колесных пар измеряются с регистрацией размеров в натурном листке. Как и у неисправных, на ось каждой колесной пары закрепляется бирка с номером и заполняются соответствующие графы натурального листка. Оприходованные колесные пары устанавливаются на специализированные по типам пути парка готовой продукции. Оприходование поступивших элементов колесных пар производится на основании железнодорожных накладных с натурной проверкой количества и наименования груза. Проверяется наличие маркировки и всех клейм, предусмотренных соответствующими стандартами. При обнаружении дефектов или отступлений от стандартов составляется акт-рекламация для предъявления заводам-поставщикам. В парке ведется учет поступления и наличия новых элементов.

Расходование новых элементов разрешается только после проверки наличия на них сертификатов или актов технической приемки. Количество и типы подаваемых в цех элементов обуславливаются сменно-суточным планом. Перед подачей в цех старогодных элементов мастер или бригадир обязан проверить и отобрать те элементы, которые по размерам соответствуют объему работ, предусмотренному сменно-суточным планом. Колесные пары после ремонта, клеймения и окраски транспортируются на пути парка готовой продукции или непосредственно в тележечный цех (участок).

5.2 Очистка, обмывка и окончательный осмотр колесных пар, поступивших в ремонт

Из практики подготовки вагонных колесных пар к ремонту известны следующие **способы очистки** их от загрязнений:

- механический (механизированный и ручной), при котором в качестве рабочих органов используют металлические щетки или скребки;
- струйно-гидравлический с использованием щелочного раствора или чистой холодной воды;

- гидромеханический;
- пескоструйный;
- выварка в щелочном моющем растворе;
- химический (покрытие специальными мастиками).

Наибольшее распространение для очистки колесных пар вагонов получили струйно-гидравлический и гидромеханический способы. Эти способы нашли воплощение в широко применяемых в депо и на ВРЗ одно- и двухкамерных моечных машинах.

Механический способ применяют как основной, так и дополнительный в сочетании с другими способами для удаления различных нерастворимых органических соединений, ржавчины, старой краски. Очистку скребками и металлическими щетками применяют при обмывке колесных пар в моечной машине и после нее. *Ручная* очистка обеспечивает тщательное удаление загрязнений, но является трудоемким и малопроизводительным процессом. В последнее время находят применение *механизированные установки* для предварительной очистки колесных пар, которые снабжены механизмами вращения и пневмоприжимами щеток к элементам колесных пар в процессе очистки.

Используемые моечные машины в колесных цехах обеспечивают возможность сквозного прохода колесных пар при обмывке и могут устанавливаться в поточные линии ремонта. Окончательный осмотр колесных пар производится в обмывочном отделении ВРЗ или на специальных площадках в депо, которые оборудуются: моечными установками для обмывки колесных пар; кранами или механизмами для загрузки, выгрузки, поворота и транспортировки колесных пар; магнитным и ультразвуковым дефектоскопами для контроля осей; местным освещением для увеличения освещенности осматриваемых мест колесной пары; комплектом измерительного инструмента и шаблонов.

По результатам условной разметки и данным натурального колесного листка колесные пары подаются в соответствующее отделение колесного цеха для производства того или иного ремонта. Последовательность выполнения ремонтных технологических операций регламентируется с учетом обеспечения качества работ, а также наименьшей затраты средств и времени.

Существуют различные схемы технологического процесса ремонта колесных пар. В них предусматривается: выполнение требований Инструкции по освидетельствованию, ремонту и формированию колесных пар; максимальное соблюдение поточности работ; последовательность работ, исключающая повреждение ранее отремонтированных элементов колесной пары; контроль всех элементов колесных пар во время и после ремонта.

5.3 Распрессовка колесных пар вагонов

В колесных цехах ремонтных заводов (в некоторых депо) колесные пары вагонов распрессовывают при необходимости смены негодных колес или осей, при исключении колесных пар из инвентаря, при переформировании для производства магнитного контроля подступичных частей осей и пр. Используют механический

способ разборки цилиндрических соединений с натягом колесных пар при центральном приложении аксиальной сдвигающей нагрузки для продольного смещения оси относительно сопряженных с ней колес.

Распрессовка колес с осей выполняется на гидравлических прессах, оборудованных рабочими манометрами, верхний предел измерения которых должен соответствовать давлению в гидросистеме пресса при максимальной усилении, предусмотренном паспортными данными. В случае, если распрессовка колес с осей выполняется на том же прессе, что и их прессовая посадка, то самопишущий прибор и рабочий манометр, предназначенный для контроля за усилиями при прессовой посадке, должны быть выключены. Усилия распрессовки колес не контролируются.

Распрессовка колес с осей производится с применением специальных приспособлений с их упором в торец неподступичной части оси, исключая изгибы шеек осей и повреждение их образующих поверхностей и торцов, а также деформацию резьбы.

Категорически запрещается производить упор плунжера пресса в торец оси.

При распрессовке одного забракованного колеса с оси колесной пары второе колесо также распрессовывается для проведения магнитно-порошкового контроля подступичных частей оси. Указанное требование не распространяется на колесные пары, у которых в процессе прессовой посадки колес на ось забраковано одно из прессовых соединений.

Колесные пары, имеющие сдвиг колес или признаки ослабления их прессовой посадки, распрессовываются с последующим использованием годных элементов при ремонте. [7, 21]

Прочность сопряжения соединений с гарантированным натягом зависит от величины силы трения между поверхностями контактирующих деталей, при этом силы трения в зоне сопряжения, вызываемые контактным сжатием, оказывают сопротивление внешним нагрузкам. Согласно молекулярно-механической теории трение обуславливается деформированием тонкого поверхностного слоя контактирующих тел внедрившимися неровностями и сопротивлением разрушению пленок, покрывающих поверхности контакта. Сила трения связана с микроскопическими изменениями конфигурации контактирующих деталей, локализованных в поверхностных слоях. Внешние силы уравниваются неполной силой трения покоя, исключается относительное смещение сопряженных элементов. Неполная сила трения покоя предполагает весьма малые, частично обратимые перемещения, величина которых пропорциональна приложенным сдвигающим или скручивающим усилиям. Неполная сила трения изменяется с увеличением сдвигающего усилия от нуля до некоторой максимальной величины, называемой неполной силой трения покоя. Полная сила трения покоя соответствует предельной величине предварительного смещения, переходящего в относительное перемещение сопряженных деталей.

Отношение максимальной силы, затрачиваемой на преодоление связей, вызываемых контактом двух сжатых тел, к контактной нагрузке характеризует величину

коэффициента трения. Коэффициенты трения подчиняются некоторым общим закономерностям, при этом для сухого, граничного и жидкостного трения они различны. В действительности величина коэффициента трения зависит от многих факторов. Для одной и той же трущейся пары материалов коэффициенты трения изменяются в широких пределах. При запрессовке колесных пар вагонов значения коэффициентов трения, согласно исследованиям ВНИИЖТа (Н.И. Мартынов), находятся в пределах 0,07–0,15 в зависимости от чистоты обработки (шероховатости поверхности) сопрягаемых деталей, скорости относительного смещения элементов, условий смазки поверхностей контакта, удельного давления в сопряжении, обусловливаемого величиной натяга в соединении. Величина статической аксиальной нагрузки, которую может выдержать цилиндрическое соединение с гарантированным натягом без относительного смещения в сопряжении определяется поверхностью контакта диаметром d и длиной l , величиной коэффициента трения f_{oc} при осевом сдвиге и удельным давлением p_k в сопряжении, вызываемым наличием натяга соединения деталей, т.е. $P_{cl} = \pi d l f_{oc} p_k$. При инженерных расчетах прочности соединений предполагается, что контактные поверхности деталей идеально гладкие и имеют цилиндрическую форму. В действительности же реальные детали всегда имеют отклонения от заданных размеров и формы, а в зоне контакта возникают не только упругие, но и пластические деформации.

При распрессовке колесной пары необходимо упруго деформировать ступицу колеса и ось (величина пластических деформаций при относительном сдвиге элементов будет незначительна) и преодолеть силу трения в сопряжении. Так как коэффициент трения покоя всегда больше коэффициента трения движения, то величина силы трения в зоне сопряжения при относительном сдвиге деталей при распрессовке должна быть выше аналогичной силы трения при запрессовке. Уменьшение действительного натяга в сопряжении вследствие сглаживания гребешков микронеровностей поверхностей контакта при механической запрессовке приводит к уменьшению сил трения и упругих деформаций при воздействии сдвигающей нагрузки. Разница усилий распрессовки и запрессовки будет определяться в большей мере степенью пластических деформаций поверхностей деталей в процессе формирования посадок механической запрессовкой. Наиболее вероятно появление повышенных деформаций при грубой механической обработке посадочных поверхностей соединений, в то время как поверхности сопрягаемых с натягом деталей с малыми микронеровностями дают более надежные соединения.

Наибольшие усилия выпрессовки отмечаются в начальный момент взаимного смещения деталей. Гидравлический пресс, применяемый для распрессовки колесных пар вагонов, оборудуется рабочим манометром для контроля за усилиями аксиального сдвига. Верхний предел измерений манометра должен соответствовать мощности прессы. В начальный момент сдвиг колеса на оси обычно сопровождается толчком, вызывающим сотря-

сение пресса для распрессовки колесных пар, поэтому целесообразно манометр устанавливать на отдельной стойке, расположенной в удобном месте возле пресса. После «срыва» величина усилия распрессовки резко падает, и на протяжении некоторой длины выпрессовки ее среднее значение удерживается на более или менее постоянном уровне, который можно характеризовать как усилие установившегося смещения, а затем постепенно уменьшаться до нуля. Следовательно, у соединений с гарантированным натягом наиболее важными являются процессы, происходящие в начальный момент взаимного смещения сопряженных деталей под действием нагрузки, которые по существу и определяют эксплуатационную надежность соединений.

Перед распрессовкой колесных пар измеряют диаметры круга катания колес, годных к дальнейшему использованию, и записывают размеры мелом на внутренних гранях колес для облегчения последующего их подбора при формировании. Затем колесная пара устанавливается на пресс, проверяется совпадение геометрических осей колесной пары и плунжера пресса, включается масляный насос высокого давления гидросистемы пресса.

Последовательность технологических операций при распрессовке колесной пары представлена в таблице А.3. Затраты времени на расформирование колесных пар приведены в таблице А.4. Типовая норма времени на распрессовку колеса с оси колёсной пары приведена в таблице Б.10.

После распрессовки ранее сформированных колесных пар вагонов величина натяга у них уменьшается на 0,02–0,04 мм по сравнению с первоначальным натягом при запрессовке, причем в результате многократных запрессовок-распрессовок наиболее интенсивное уменьшение натяга происходит до третьей запрессовки. При распрессовке колесных пар, проработавших в эксплуатации длительное (10–15 лет) время, распрессовочные усилия достигают 300–400 т. При отклонении оси колесной пары от своего горизонтального положения на гидравлическом прессе происходит изгиб шейки оси. Если колесо не поддается распрессовке предельным давлением на прессе, разрешается подогреть ступицу газовой горелкой, при неисправной оси можно разрезать ступицу колеса газовой резкой. При распрессовке одного неисправного колеса с оси колесной пары второе колесо должно быть также распрессовано для испытания подступичной части оси магнитным дефектоскопом.

При расформировании колесных пар вагонов с осями для роликовых подшипников возможные деформации резьбы, повреждения торцов, изгиб шеек и развальцовка цилиндрической части предотвращаются применением специального стакана и втулок. В БелГУТе разработано навесное гидрофицированное устройство к прессу (патент ВУ 761 У) (рисунок 5.1), позволяющее исключить отмеченные выше повреждения торцов и изгибы шеек, развальцовку цилиндрических частей осей при запрессовке и распрессовке соединений с натягом колёс и осей при ремонте и новом фор-

мировании колёсных пар вагонов. При его использовании качество механо-сборочных и демонтажных работ повышается, а значит, увеличивается срок службы колёсных пар вагонов.

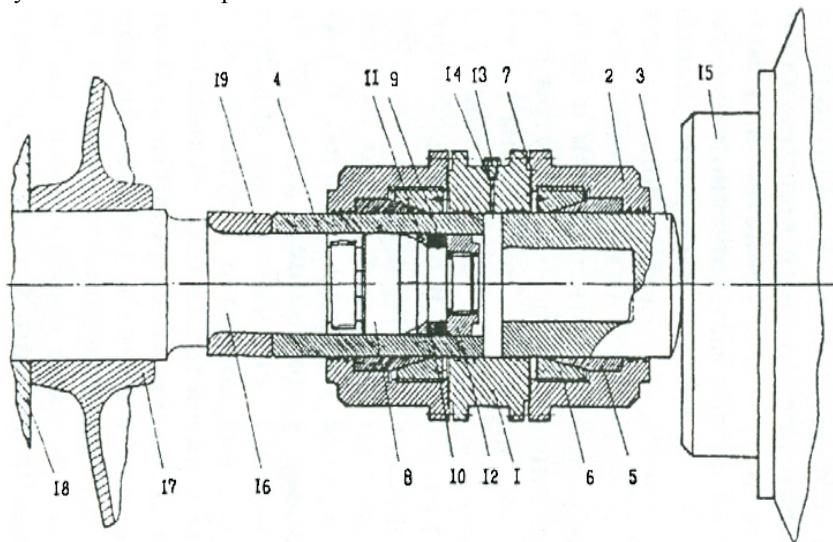


Рисунок 5.1 – Навесное гидрофицированное устройство для распределения аксиального сдвигающего усилия при распresseвке колеса с оси колёсной пары

Это устройство представляет собой гидроцилиндр высокого давления двухстороннего действия, который устанавливается соосно между торцами плунжера прессы для разборки соединений с гарантированным натягом и выпрессовываемой из ступицы колеса оси, содержит цилиндрическую рабочую камеру 1 с торцовыми крышками в виде стаканов с центральными отверстиями 2 и кольцевыми уплотнениями высокого давления. Имеются два концентрично размещённых внутри камеры цилиндрических силовых элемента, а также соосно и оппозитно расположенный по отношению к последним пуансон 3, воспринимающий аксиальное сдвигающее усилие от плунжера прессы, обуславливающее величину давления жидкого минерального масла или консистентной смазки внутри рабочей камеры. Силовые элементы позволяют перераспределить аксиальное сдвигающее усилие на торец оси и на кольцевую поверхность галтели шейки. Указанные силовые элементы выполнены в виде гладкой гильзы 4 с размещённым внутри последней плавающим поршнем 8, снабжённым кольцевыми уплотнениями двух ступеней. При этом первая ступень представляет собой резиновое кольцо 9, которое с повышением давления поджимает вторую ступень, изготовленную в виде отдельного пластмассового 10 и латунного 11 колец, которые закрепляются фигурной гайкой 12. Для заполнения рабочей камеры маслом используется радиальное от-

верстие в корпусе 13, закрытое прокладкой 14. На чертеже также обозначены: 5 и 6 – кольцевые клинообразные уплотнительные кольца, 7 – соединительные элементы, 15 – плунжер пресса, 16 – шейка оси колёсной пары, 17 – ступица цельнокатаного колеса, 18 – траверса пресса, 19 – сменное упорное кольцо. При неполном заполнении рабочей камеры маслом давление гидросреды передаётся только на поверхность галтели шейки оси колёсной пары.

5.4 Обработка подступичных частей осей колесных пар

Для обеспечения установленной шероховатости поверхностей и строгого соблюдения геометрических размеров осей, а также для удаления следов коррозии, наминов, рисок и других дефектов, выявленных после распрессовки колесных пар, подступичные части должны подвергаться механической обработке (обтачиваться) с последующим упрочняющим накатыванием роликами.

Перед обточкой осей мастер производственного подразделения проверяет наличие на них клейм и маркировок. При обточке подступичных частей оси необходимо обращать внимание на длину обрабатываемых поверхностей, качество обработки посадочных поверхностей и мест перехода от подступичных частей к средней части. Диаметр подступичной части оси определяется как средняя величины всех измерений, выполненных в трех сечениях по длине предполагаемого места посадки ступицы колеса и в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Элементы колесных пар предпочтительно обрабатывать по системе вала, то есть притачивать колесо к подступичной части оси. Такая технология, несмотря на некоторое усложнение работ, увеличивает срок службы осей за счет уменьшения снимаемого слоя металла. Механическая обработка подступичных частей осей включает в себя обтачивание подступичных частей и запрессовочных конусов, а также упрочняющее накатывание их роликами. При ремонте колесных пар со сменной элементов подступичные части новых осей разрешается обтачивать до большего диаметра при условии соблюдения размера допускаемой толщины стенки ступицы колеса. Для обтачивания подступичных частей оси используют два резца, закрепленных в резцедержателе станка: проходной – для обработки цилиндрической части и широкий фасочный – для обработки запрессовочного конуса.

При обточке подступичных частей оси обращают внимание на длину обрабатываемых поверхностей и правильность выполнения сопряжения их со средней частью. Переход от подступичной части к средней необходимо делать плавным, без уступов. Разница в диаметрах подступичных частей с одной и другой стороны старогодней оси не регламентируется. Подступичные части осей после обработки должны быть цилиндрическими без вмятин и забоин по всей длине. Отклонения, возникающие при обработке, не должны превышать

требований, указанных в инструкции [7]. Шероховатость поверхности после обточки подступичной части оси перед накатыванием должна быть $R_z \leq 20$ мкм, а припуск под накатывание при обточке следует оставлять с учетом уменьшения диаметра в результате накатывания порядка 0,06–0,08 мм [26]. Для обточки цилиндрической поверхности подступичных частей осей применяют типовые проходные резцы с пластинами из твердого сплава марок Т15К6, Т30К4 (титано-кобальтовые пластины).

После чистового прохода на наружной стороне подступичной части выполняется запрессовочный конус, угол которого оказывает существенное влияние на качество прессового соединения. С увеличением угла запрессовочного конуса конечные усилия запрессовки возрастают, а усилия сдвига снижаются при больших и малых значениях натяга. Наиболее благоприятными по соотношению усилий запрессовки и сдвига являются углы заходного запрессовочного конуса до 5°. Шероховатость поверхности конуса R_z перед накатыванием должна быть такой же, как подступичной части оси (не более 40 мкм).

Подступичные части оси накатывают роликами, что позволяет: повысить усталостную прочность; увеличить срок службы осей в эксплуатации; существенно снизить скорость развития трещин в осях от их появления до излома; улучшить чистоту обработки.

Для обеспечения надежного повышения усталостной прочности осей необходимо, чтобы в результате накатки увеличение твердости упрочняемой поверхности, по сравнению с исходной, составляло от 25 до 40 %. При повышении прочности более чем на 40 % появляется опасность разрушения поверхностного слоя металла вследствие перенаклепа, выражающегося в шелушении и образовании выщербин; повышение поверхностной твердости менее чем на 25 % нецелесообразно, так как снижается эффективность упрочняющего действия накатки. Перед накаткой подступичные части смазывают жидким машинным или трансформаторным маслом, не содержащим металлических или абразивных примесей. Накатка ведется по всей длине подступичной части в направлении от середины оси к шейке для получения плавного перехода от подступичной части к запрессовочному конусу. Накатку производят упрочняющим и сглаживающим роликами. Радиус упрочняющего ролика должен быть равен 15 мм, а сглаживающего – 50–100 мм. Ролики изготавливают из стали марок ШХ15, 30ХМ, ХВГ, 5ХНМ, У10А, У12А, ЭХ12 и подвергают термообработке для получения твердости 60–65 HRC. Рабочий контур роликов полируют так, чтобы шероховатость поверхности его соответствовала 14-му классу ($R_z = 0,05 \dots 0,04$ мкм). Накатку производят при частоте вращения шпинделя не более 220 мин^{-1} и подаче 0,6–0,7 мм/об. Нагрузка на ролики при накатке принимается в зависимости от диаметра оси (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Нагрузка на ролики при накатке осей колёсных пар

Диаметр ролика, мм	Нагрузка на ролики, кН, при диаметре оси, мм	
	165–179	180–200
110	17,6–22,5	19,6–24,5
130	19,6–24,5	21,6–26,5
150	21,6–26,5	23,5–28,4

Для достижения требуемой чистоты поверхности взаиморасположение роликов должно быть таким, чтобы сглаживающий ролик отставал от упрочняющего на 2–4 мм. Подвод роликов, достижение требуемых усилий накатки, а также снятие нагрузки (отвод роликов), производят плавно, без рывков во время вращения оси. Не допускается остановка суппорта с роликами в процессе накатки. После упрочнения подступичные части не подвергаются дополнительной механической обработке.

При осуществлении накатки осей выполняется контроль:

- величины усилия накатки, осуществляемый автоматически в станках и приспособлениях с автоматизированным нагружением роликов, а также токарем, производящим накатку, по приборам;

- геометрических размеров роликов, производимый периодически не реже одного раза в месяц;

- осмотром накатанных осей мастером с целью выявления наружных дефектов накатывания (волнистость, наплывы металла, риски, перерывы на накатанной поверхности, шелушение поверхности и прочее);

- магнитной дефектоскопией – для выявления скопления порошка в местах резкого обрыва наклепанного слоя и наплывах.

При неудовлетворительной накатке подступичная часть оси колёсной пары протачивается и снова накатывается. Для устранения волнистости разрешается сделать второй проход сглаживающим роликом или одновременно сглаживающим или упрочняющим.

Окончательно обработанная ось устанавливается на стенд для осмотра и испытания дефектоскопом. При осмотре проверяют все контролируемые размеры оси, а также овальность и волнистость. После осмотра и измерения подступичные части оси испытываются магнитным дефектоскопом в действующем переменном магнитном поле сухим или мокрым способом.

Последовательность технологических операций обработки и накатки подступичных частей оси, а также сводная ведомость по затратам времени представлены в таблицах А.5 и А.7, типовые нормы времени на обточку и накатку новых и старогодных осей приведены в таблицах Б.1 и Б.2.

5.5 Расточка и приточка колес к осям

Отверстия ступиц новых и старогодных цельнокатаных колес должны растачиваться на станке до величины диаметра подступичной части оси с учетом необходимого для запрессовки натяга. Перед обработкой новых цельнокатаных колес мастер производственного участка проверяет наличие на них клейма и знаков маркировки. При отсутствии или неясности их колесо бракуется с оформлением акта-рекламации. Клейма и знаки маркировки на старогодных колесах не проверяются, так как они не бракуются по этим причинам. Для уменьшения объема ра-

бот при последующей обточке на колесотокарных станках старогодные колеса, запрессовываемые на одну ось, подбираются с разностью диаметров по кругу катания не более 5 мм. Новые цельнокатаные колеса с обточенными при изготовлении поверхностями катания не обтачиваются на колесотокарных станках, а потому подбираются на одну ось с разностью диаметров не более 1 мм.

Подобранные колеса устанавливают на карусельный станок, проверяют правильность установки их в горизонтальной плоскости по внутренним граням ободьев и concentричность установки: новых цельнокатаных колес – по кругу катания, а старогодных – по вершинам гребней. Затем растачивают отверстие ступицы с последующей приточкой его к подступичной части оси с таким расчетом, чтобы натяг прессового соединения был в пределах 0,10–0,25 мм. В процессе приточки колеса к оси измеряют диаметр отверстия ступицы в трех местах по длине сопрягаемой поверхности и в двух диаметрально расположенных сечениях ступицы. Диаметры отверстий при приточке измеряют индикаторным нутромером. При этом следует проверять шаблоном правильность скругления кромок после окончательной приточки отверстий ступиц колес к оси. Чистота обработки отверстий ступицы должна быть не ниже R_z 20.

При выборе величины натяга необходимо учитывать следующие конструктивные и технологические факторы, влияющие на уровень конечных запрессовочных усилий:

- длину ступицы колеса – при длинных ступицах величина натяга берется меньшей, чем при коротких, так как в первом случае конечные усилия запрессовки будут больше вследствие увеличенной площади запрессовки;
- диаметр подступичной части оси – при меньшем диаметре величина натяга берется большей, так как уменьшается площадь контакта, а следовательно, и конечные усилия запрессовки;
- скорость запрессовки – с увеличением скорости запрессовки коэффициент трения на посадочных поверхностях падает, поэтому величина натяга берется большей;
- чистоту обработки посадочных поверхностей – с чисто обработанными поверхностями величина натяга берется большей, так как неровности создают сопротивление движению.

Расточенные и снятые со станка колеса проверяют, контролируют величину натяга, качество обработки и размеры.

Последовательность технологических операций при расточке ступиц цельнокатаных колес и сводная ведомость по затратам времени представлены в таблицах А.6 и А.8.

5.6 Запрессовка колес на оси колесных пар

При формировании колесных пар вагонов запрессовка колес на оси производится на гидравлических прессах (например, Краматорского или Одесского машиностроительных заводов с номинальным усилием 400–630 т), оборудованных манометрами, контрольными и самопишущими приборами (индикаторами) для запи-

си диаграмм запрессовки. Диаграмма представляет собой графическую зависимость изменения величины запрессовочного усилия при изменении длины сопряжения в процессе сборки соединений с натягом. При формировании соединений механической запрессовкой индикатор вычерчивает диаграмму в виде плавно нарастающей (при нормальной сборке), несколько выпуклой вверх кривой по всей длине перемещения деталей от начала до конца запрессовки. Такие диаграммы позволяют контролировать величину запрессовочных усилий и их изменение в процессе сборки соединений с натягом. Вместе с тем из-за значительного рассеивания значений усилия запрессовки контроль качества сопряжения по индикаторным диаграммам механической запрессовки подвергается справедливому критическим замечаниям.

В качестве **критерия правильности роста запрессовочных усилий** может служить теоретически выведенная формула $P_3 = \pi d l f_{oc} p_k$. При условиях формирования соединений, обеспечивающих постоянную величину коэффициента трения и равномерное распределение удельного давления по всей длине посадочной поверхности, формула может быть представлена в виде $y = ax$ с линейной функциональной зависимостью, где x изменяется в пределах от 0 до 1 (длина ступицы колеса). Во время запрессовки (по мере вхождения оси в отверстие ступицы колеса) *у с л и е з а п р е с с о в к и* P_3 увеличивается пропорционально длине запрессованной подступичной части оси. Когда значение x достигает величины 1, запрессовочное усилие получает свое максимальное значение, при дальнейшем относительном смещении колеса и оси P_3 возрастать не будет. В координатных осях оно будет представлять прямую, параллельную оси Ox . Таким образом, теоретическая диаграмма запрессовки должна быть в виде прямой линии, проходящей под углом к оси Ox с переходом в горизонтальный участок. При выводе теоретической зависимости запрессовочных усилий не учитывались состояния посадочных поверхностей оси и ступицы, свойства материалов, допускаемые отклонения от геометрической формы деталей и пр. Все это в практических условиях оказывает влияние на величину P_3 , а следовательно, на геометрическую форму индикаторной диаграммы запрессовки соединения.

В начале формирования соединения с натягом δ аксиальные запрессовочные усилия растут за счет сминания гребешков микронеровностей и увеличения радиуса отверстия ступицы на величину U_2 , а также и сминания гребешков поверхности оси и сжатия ее на величину U_1 одновременно. Существующие методы расчета соединений с гарантированным натягом ($\delta/2 = U_1 + U_2$) основаны на решении классической задачи Ламе – Гадолина в теории упругости. Путем вычислений возникающих напряжений нетрудно по формуле Ламе – Гадолина показать, что при натягах до 0,22 мм напряжения на растяжение в теле ступицы не превышают 200 МПа, а напряжения сжатия в подступичной части оси – 140 МПа.

По мере дальнейшей напрессовки колеса на ось при относительном смещении деталей деформация ступицы заканчивается, а, следовательно, силы, вызывающие эту деформацию, уменьшаются. Деформация оси в этом случае будет

происходить с меньшей затратой аксиальной силы вследствие полной раздачи отверстия с частичным наличием остаточной деформации. Техническими условиями на формирование оговорено, что диаграмма запрессовки должна быть без скачков, но может быть допущено падение давления в конце запрессовки [7, 21].

В зависимости от качества обработки посадочных поверхностей и других причин виды диаграмм прессовой посадки колес на оси могут иметь отклонения от установленной формы. Порядок определения качества (пригодности) прессовых соединений, диаграммы которых имеют отклонения от нормальной формы, следующий:

1 При резких колебаниях давления в любой части диаграммы (рисунок 5.2, а) прессовое соединение бракуют из-за наличия на посадочных поверхностях отверстия ступицы колеса или подступичной части оси резко выраженных неровностей.

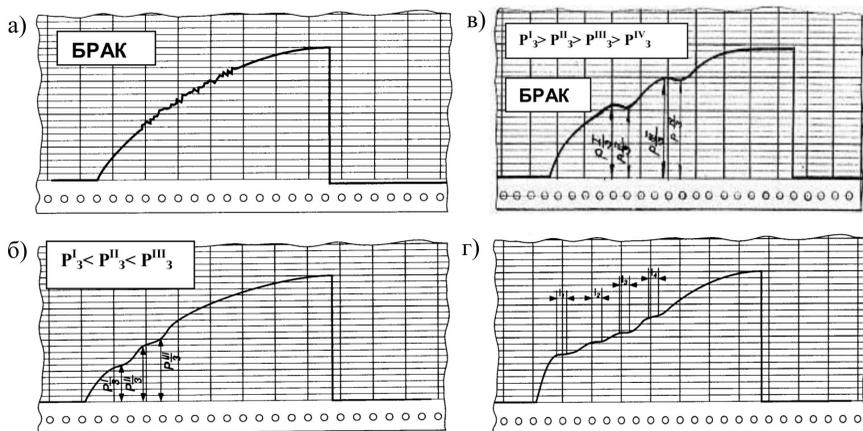


Рисунок 5.2 – Отклонения формы диаграммы от нормальной

2 Плавные колебания давления по длине сопряжения (см. рисунок 5.2, б) говорит о наличии на посадочной поверхности отверстия ступицы или подступичной части оси более длинных неровностей.

При постоянном повышении запрессовочного давления, когда каждое последующее значение выше предыдущего, прессовое соединение не бракуют.

При падении запрессовочного давления (см. рисунок 5.2, в), когда последующее значение ниже предыдущего, или при наличии горизонтальных прямых, прессовое соединение бракуют.

Если на диаграмме имеется одна горизонтальная прямая длиной не более 5 мм при масштабе диаграммы 1:2 или несколько прямых суммарной длиной не более 5 мм (см. рисунок 5.2, г) прессовое соединение не бракуют. При другом масштабе записи должен быть выполнен пересчет допускаемой длины горизонтальной прямой. При оценке длины сопряжения таких диаграмм измеренная длина должна быть уменьшена на величину горизонтальной прямой или их суммы.

3 Скачок давления в конце линии прессования на диаграмме (рисунок, 5.3, а) вызывается замедленным прекращением поступления масла в цилиндр

пресса при окончании процесса прессовой посадки колеса на ось. При такой диаграмме прессовое соединение не бракуют, а величина конечного усилия определяется уровнем точки кривой, расположенной перед скачком.

4 Резкий скачок давления в начале линии прессования на диаграмме (см. рисунок 5.3, б) происходит из-за скругления радиусом 5 мм кромки отверстия со стороны внутреннего торца ступицы колеса.

Если направление линии начала прессования отклоняется от направления линии конца прессования менее чем на 5° в сторону диаграммы, то в этом случае прессовое соединение бракуют.

Прессовое соединение, у которого величина резкого скачка давления на диаграмме составляет 20,0 кН (2,0 тс) и менее, не бракуют.

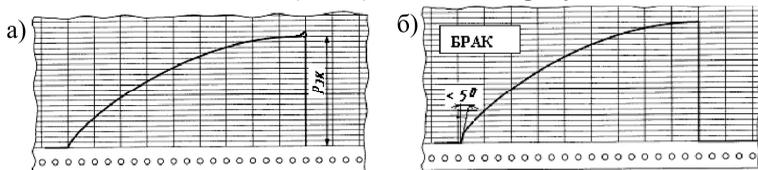


Рисунок 5.3 – Скачки давления на диаграмме запрессовки колеса на ось

5 Вогнутость кривой линии прессования на диаграмме (рисунок 5.4, а) говорит о наличии попутных конусов или впадин на посадочных поверхностях оси и колеса.

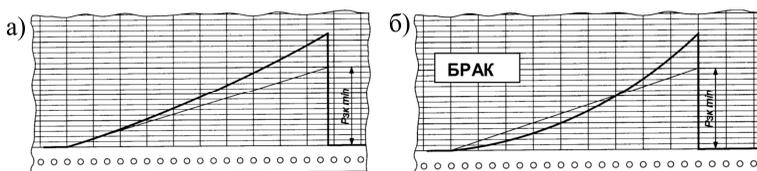


Рисунок 5.4 – Вогнутость диаграммы запрессовки

Если кривая располагается выше прямой, соединяющей начальную точку диаграммы с точкой, указывающей на данной диаграмме минимально допустимое запрессовочное давление $P_{3K\min}$ для данного диаметра подступичной части оси, прессовое соединение не бракуют.

При применении более чувствительных приборов (класс точности 2 % и менее) не бракуют прессовое соединение, у которого часть кривой диаграммы на расстоянии не более 15 мм от начала (при масштабе записи 1:2) располагается ниже прямой (см. рисунок 5.4, б), соединяющей начальную точку диаграммы с точкой, указывающей на данной диаграмме минимально допустимое запрессовочное давление $P_{3K\min}$ для данного диаметра подступичной части оси. При несоблюдении указанных условий прессовое соединение бракуют.

6 При колебаниях давления, или так называемом «стук» (рисунок 5.5, а), вызванном наличием воздуха в гидравлической системе пресса или разжижением масла, применяемого для смазки посадочных поверхностей, прессовое соединение бракуется.

7 Местная вогнутость линии давления в первой половине диаграммы образуется при перекосе ступицы колеса относительно подступичной части оси при прессовой посадке. При падении давления соединение бракуют (см. рисунок 5.5, б). Если падение давления нет и кривая располагается выше прямой, соединяющей начальную точку диаграммы с точкой, указывающей на данной диаграмме минимально допускаемое запрессовочное давление $P_{3KM\min}$ для данного диаметра подступичной части оси, прессовое соединение не бракуют (рисунок 5.5, в).

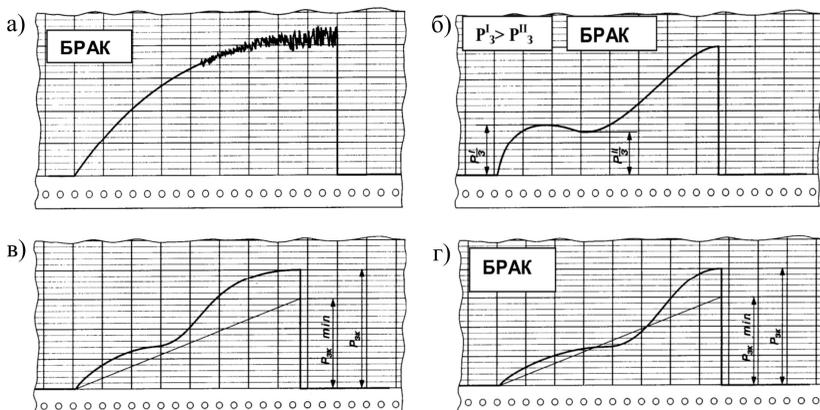


Рисунок 5.5 – Колебания давления и местная вогнутость

При расположении кривой выше прямой (см. рисунок 5.5, в), соединяющей начальную точку диаграммы с точкой, указывающей на данной диаграмме минимально допускаемое запрессовочное давление $P_{3KM\min}$ для данного диаметра подступичной части оси, прессовое соединение не бракуют.

8 Горизонтальная или наклонная линии в конце диаграммы (рисунок 5.6) обуславливается наличием впадин на посадочных поверхностях с наружной стороны ступицы колеса или с внутренней стороны подступичной части оси.

Если длина сопряжения L на диаграмме менее установленной, прессовое соединение бракуют (см. рисунок 5.6, а), в противном случае (см. рисунок 5.6, б) прессовое соединение считается годным.

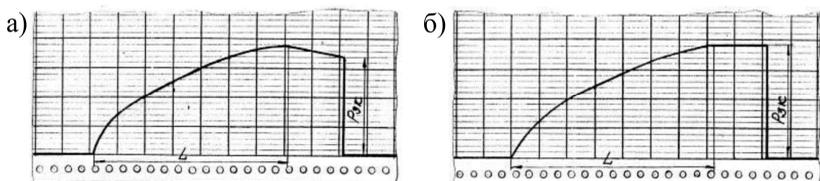


Рисунок 5.5 – Горизонтальная или наклонная линия в конце диаграммы

Как было сказано выше, контролируемые параметрами индикаторных диаграмм являются: конечное усилие запрессовки, фактическая длина сопряжения,

форма кривой. На характер диаграммы и величину конечного усилия механической запрессовки влияют натяг δ ; шероховатость R_{z1} и R_{z2} поверхностей сопряжения; механические свойства материала σ_b и σ_T ; форма заходного конуса сопрягаемой с колесом оси и фаски ступицы колеса; вид, качество и количество подаваемой в зону сопряжения смазки; состояние поверхностного слоя соединяемых деталей (степень наклепа и пр.); несовпадение геометрических осей (перекосы) сопрягаемых деталей при их сдвиге под аксиальной нагрузкой от плунжера пресса; скорость плунжера; деформации узлов пресса и др. Это обуславливает значительное рассеяние максимальных значений усилия механической запрессовки колес и осей. Для уменьшения рассеяния должен быть надлежащий контроль за соблюдением технологии механической обработки резанием элементов колесных пар, технологического режима накатки роликами подступичных частей осей (при увеличении силы нажатия роликов изменяется сопротивление соединения с натягом осевому сдвигу). Твердость материала осей и цельнокатаных колес колеблется в больших пределах: для осей составляет более 200, для колес – около 300 единиц по Бринеллю (HB). Колебания твердости не могут не влиять на величины усилия запрессовки и натяга в сопряжении. С повышением HB усилия запрессовки возрастают. Наибольшее сопротивление сдвигу оказывают посадочные поверхности отверстий ступиц колес, имеющие наименьшую глубину наклепа. Поэтому в колесных цехах вагоностроительных и вагоноремонтных предприятий необходимо иметь приборы для определения твердости материалов элементов колесных пар вагонов и производить сравнительные измерения твердости. С увеличением HB натяг в сопряжении при формировании соединений необходимо назначать меньше. Даже при надлежащем контроле за соблюдением технологии в колесных цехах усилия механической запрессовки и распрессовки соединений колесных пар вагонов могут иметь значительный разброс. Опасность снижения несущей способности соединений с натягом колесных пар вагонов кроется в самом технологическом процессе механической напрессовки колес на ось. Вследствие отсутствия четкой линейной зависимости между конечными запрессовочными усилиями и усилиями сдвига при статическом приложении аксиальной нагрузки способ оценки исходной прочности сопряжения цилиндрических соединений с гарантированным натягом по величине конечных усилий механической запрессовки позволяет оценить лишь общие закономерности рассматриваемого процесса.

Напрессовка колес на оси производится в условиях сухого и полусухого трения, так как пленка смазки на поверхности контакта сопрягаемой оси при относительном смещении деталей, собираемых с натягом, прорывается, и посадочные поверхности в зоне контакта претерпевают пластическую деформацию. При истирании сталь по стали износ происходит со схватыванием трущихся поверхностей и образованием площадок молекулярного схватывания. При запрессовке чисто обработанной колесной пары возникают колебания давления [7]. Это происходит в

случае, если посадочные поверхности имеют высокую степень чистоты и наблюдается разжижение масла, применяемого для смазывания поверхностей контакта сопрягаемых колес с осью. Этот вид брака механической запрессовки хорошо известен производственникам. В данном случае сила запрессовки преодолевает молекулярные силы (наблюдаются толчки давления), возникающие при разрыве масляной пленки на площадках схватывания при трении в зоне контакта соединяемых элементов. Износ схватыванием с интенсивностью изнашивания порядка 10–15 мкм/ч возникает при относительной скорости скольжения поверхностей контакта деталей около 1 м/с и удельном давлении, превышающем предел текучести материала. Среднее удельное давление в сопряжении, равномерно распределенное по длине посадки между соединенными с натягом δ элементами при наружном диаметре d_n охватывающей детали и диаметре сопряжения d , а также и модуля упругости E материала деталей, определяется по формуле

$$P_k = \frac{\delta E}{2d} \left[1 - \left(\frac{d}{d_n} \right)^2 \right]. \quad (5.1)$$

При этом предполагается, что величина удельного давления P_k должна обеспечивать условия сопряжения в диапазоне упругих деформаций деталей, то есть $P_k < P_{2т}$, где $P_{2т}$ – максимально допускаемое удельное давление в зоне контакта, при котором материал охватывающей детали соединения начинает течь. На основании теории прочности по наибольшим касательным напряжениям определяется величина $P_{2т}$:

$$P_{2т} = 0,58\sigma_{2т} [1 - (d/d_n)^2], \quad (5.2)$$

где $\sigma_{2т}$ – предел текучести материала охватывающей детали соединения.

В общем случае **при сборке посадок с натягом механической запрессовкой возможны три случая относительной деформации сопрягаемых деталей**: возникающие деформации охватывающей и охватываемой деталей останутся упругими; наряду с областью упругих деформаций появляется зона пластических в поверхностных слоях деталей; весь материал охватывающей детали формируемого соединения пластически деформируется. При условиях сборки, когда зона пластических деформаций не слишком велика, отмечается высокая прочность соединений на сдвиг. Объясняется это повышением величины коэффициента трения при упруго-пластическом контакте сопряженных поверхностей деталей [2]. Зона пластических деформаций в указанных условиях распространяется несколько глубже, чем величина гребешков микронеровностей поверхностей контакта. Поэтому важно и необходимо определить характер деформирования соединяемых с натягом деталей, установить наиболее точно, при каком удельном

давлении в сопряжении на контактной поверхности начинает течь металл и появляются пластические деформации.

Исследователи исходят из различных условий пластичности. Наиболее удобна приведенная выше зависимость, основанная на теории наибольших касательных напряжений, которая дает результаты, совпадающие с данными экспериментов. Для чисто упругих деформаций охватывающей детали необходимо, чтобы максимальные напряжения, возникающие на поверхности контакта в зоне посадки, не превышали предела текучести материала. В области упруго-пластических деформаций для расчета соединений используют зависимости, выведенные из теории наибольшей потенциальной энергии деформаций. Однако разница между получаемыми результатами расчетов не настолько велика, чтобы пользоваться этими громоздкими зависимостями.

Соединения колесных пар вагонов формируются в нормальных условиях при незначительных пластических деформациях на поверхностях сопрягаемых с гарантированным натягом элементов и упругих деформациях, которые могут доходить до внешнего края ступицы колеса и на значительную глубину от поверхности оси. *При завышенных натягах в сопряжении увеличивается зона пластических деформаций металла*, что обуславливает высокие конечные усилия механической запрессовки и низкие усилия относительного сдвига колес колесных пар.

В практике формирования колесных пар вагонов с целью получения заданных параметров запрессовки применяют малый допуск на натяг (порядка 0,02–0,03 мм), что усложняет и удорожает производство и вызывает необходимость приточки деталей «по месту». Пригонка размеров посадочных поверхностей и затруднения во взаимозаменяемости деталей в пределах допускаемых натягов при формировании колесных пар вагонов осложняют организацию и планирование нового производства и ремонта колесных пар со сменой элементов, сдерживают внедрение прогрессивной поточной технологии механосборочного производства.

Подбор элементов формируемых соединений по величине натяга осуществляется двумя методами в зависимости от имеющегося технологического оборудования и принятой организации производства: селективной подборкой, при которой предусматривается выбор колес по фактическим размерам посадочных поверхностей (необходим большой запас обработанных элементов колесных пар); приточкой посадочных поверхностей колес и осей. Инструкцией [7] разрешается применять как систему вала, так и систему отверстия при механической обработке осей и колес под посадочный размер для обеспечения заданного натяга в сопряжении (в первом случае предельные отклонения посадочной поверхности подступичной части оси остаются постоянными, нужная посадка достигается соответствующими изменениями предельных отклонений отверстия ступицы колеса; во втором случае необходимый натяг соединения достигается изменением предельных размеров оси).

Наибольшее распространение имеет система приточки осей к колесам, так как в этом случае значительно проще добиться точного размера с различными припус-

ками для получения требуемого натяга при запрессовке. Кроме того облегчается замер диаметра посадочной поверхности, повышается точность измерений по сравнению с замером диаметра отверстия ступицы колеса. Вместе с тем следует учитывать, что основным наиболее важным и напряженным элементом колесной пары является ось, поэтому сохранение размеров ее подступичной части при обработке связано с продлением срока службы оси. Наименьшие допускаемые диаметры подступичных частей осей колесных пар вагонов при выпуске из ремонта составляют 180–182 мм [7]. Для продления срока службы осей следует осторожно относиться к обработке подступичных частей осей и шире использовать приточку цельнокатаных колес к осям. Новые оси с максимальными размерами подступичных частей ($194^{+0,2}_{-0,5}$ мм – для сплошных осей; $202^{+2}_{-0,5}$ мм – для полых) необходимо притачивать к колесам, бывшим в эксплуатации и имеющим увеличенный размер ступицы колеса, а колеса – растачивать с учетом их запрессовки на старогодные оси с меньшими размерами подступичных частей, чем новые (разрешается заменять [7] неисправные элементы как новыми, так и старогодными). В случае использования старогодных осей последние после выпрессовки должны обтачиваться в подступичной части с последующей накаткой роликами для удаления дефектов на поверхности (следов фреттинг-коррозии, наминов, рисок, задиров) и обеспечения установленной шероховатости поверхности.

Посадочные поверхности ступиц колес и подступичные части оси должны быть тщательно очищены, насухо протерты и покрыты ровным слоем олифы натуральной по ГОСТ 7931 или термообработанным растительным маслом (конопляным по ГОСТ 8989 или льняным по ГОСТ 5791, или подсолнечным по ГОСТ 1129).

Термообработка масла заключается в его нагревании до температуры 140–150 °С и выдержке при этой температуре 2–3 ч. После охлаждения масло должно отстояться не менее 48 ч.

Вязкость масла влияет на величину усилия запрессовки. При недостаточной вязкости масла повышается давление нагнетания в рабочем гидроцилиндре под плунжером пресса в связи с увеличением силы трения в зоне сопряжения, а при большей вязкости давление снижается. Норму наносимой смазки для предотвращения задиров крайне трудно регламентировать. Рекомендуется наносить смазку на поверхности сопрягаемых элементов тонким слоем, покрывающим все соприкасающиеся при запрессовке поверхности. Недостаточный слой смазки или неполное покрытие ею поверхностей контакта неизбежно вызывает повышение давления на плунжере пресса и, кроме того, задиры оси и ступицы. Растительные масла необходимо проваривать перед применением при формировании соединений для удаления различных примесей (белковины, слизи и пр.) и влаги. Применение сырого масла не допускается, так как наличие влаги в нем вызывает коррозию посадочных поверхностей.

Рациональное решение технологического вопроса сборки соединений с гарантированным натягом с целью обеспечения стабильности смазки деталей в зоне сопряжения жидким маслом имеет решающее значение для механосбо-

рочных процессов и в машиностроении, и в ремонтном производстве для повышения эффективности механической запрессовки при изменении характера трения на поверхности контакта.

В реальных условиях механическая напрессовка колёс на оси производится в условиях, при которых плёнка смазки на поверхности контакта при относительном смещении деталей прорывается и посадочные поверхности претерпевают пластическую деформацию. При истирании сталь по стали износ происходит со схватыванием трущихся поверхностей. В случае разжижения применяемой смазки наблюдаются колебания давления («стук») на снимаемой индикаторной диаграмме механической запрессовки. В данном случае аксиальная сила запрессовки преодолевает молекулярные силы, возникающие при разрыве масляной пленки на площадках схватывания при трении в зоне контакта соединяемых деталей. Указанный брак механической запрессовки колёсных пар подвижного состава железнодорожного транспорта довольно часто встречается в производстве.

Эффективная механическая запрессовка колёсных пар может осуществляться только в условиях, исключаящих сухое и полусухое трение в зоне сопряжения, при которых не прерывается пленка смазки на поверхности контакта при относительном смещении деталей. Известны устройства для осуществления смазки трущихся деталей механизмов и машин, которые содержат источник подачи масла в зону контакта трущихся деталей и конструктивные элементы, обеспечивающие подвод используемой жидкой смазки в указанную зону. Наиболее близкими по своей сущности являются технические решения по осуществлению принудительной смазки трущихся деталей машин с использованием подачи применяемого при сборке масла из специальной полости с запасом последнего в зону трения деталей, размещённую в замкнутой полости, из которой излишки смазки отводятся наружу через установленную в нижней части последней сливную трубку. Упомянутые известные устройства невозможно непосредственно использовать при формировании колёсных пар вагонов с целью улучшения условий смазки поверхностей деталей для повышения качества сборки соединений с гарантированным натягом путём механической запрессовки.

Для исключения указанных выше технологических факторов процесса сборки в БелГУТе разработано устройство, представленное на рисунке 5.6 (патент на изобретение Республики Беларусь ВУ 13117 С1), которое позволяет повысить исходную прочность и надёжность напрессовок колёс на оси при формировании колёсных пар вагонов, так как обеспечивается снижение сил трения в зоне сопряжения деталей при их относительном аксиальном смещении под воздействием аксиальной сдвигающей нагрузки и уменьшение переформирования исходного микропрофиля поверхностей контакта сопрягаемых деталей.

Устройство включает корпус 1, снабжённый полым штоком 2 и щелевым уплотнением 3. Корпус 1 крепится к подвижной траверсе 4 используемого пресса (например, П-477) для механической запрессовки колёсных пар вагонов. Устройство снабжено пробковым трёхходовым краном 5 на трубопроводе подвода сжатого воздуха в полость А, используемую в качестве резервуара для жидкой смазки, которая перед сборкой соединения выжимает-

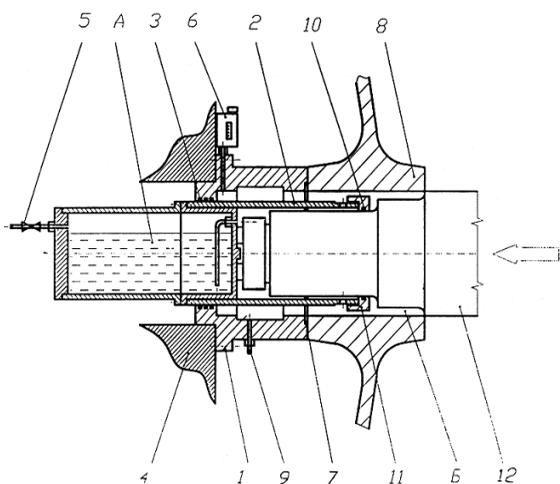


Рисунок 5.6 – Устройство для смазки поверхностей сопряжения осей и колёс при механической запрессовке колёсных пар

уровня жидкой смазки в рабочей полости в процессе механической запрессовки оси в ступицу колеса, кольцевым уплотнением 7 по плоскости прижатия ступицы колеса 8 к торцу корпуса 1, сливным клапаном 9, кольцевым уплотнением 10 в сменной крышке 11 штока, контактирующего с шейкой оси 12 колёсной пары (сменные детали 10 и 11, при необходимости, могут не использоваться в процессе механической запрессовки оси в ступицу колеса).

Устройство работает следующим образом. Ступицу колеса 8, подлежащего напрессовке на ось 12, устанавливают концентрично относительно штока 2 до соприкосновения её торца с торцом корпуса 1 с уплотнением 7. Заводят ось 12 заходным конусом последней внутрь ступицы колеса 8, при этом шейка оси размещается внутри полости штока 2. Колесо 8 и ось 12 формируемой колёсной пары поддерживают в соосном горизонтальном положении на прессе с помощью электротельферов последнего (на рисунке условно не показаны). Ступица колеса центрируется относительно оси 12 по заходному конусу её подступичной части. Давлением плунжера гидроцилиндра прессы в свободный торец оси 12 поджимают колесо к корпусу 1, образуя изолированную рабочую полость Б внутри его и ступицы колеса 8. В полость А, заполненную жидкой смазкой, подают сжатый воздух через кран 5, который вытесняет последнюю в рабочую полость Б. Уровень заполнения указанной полости Б контролируют по появлению масла из отверстия компенсационной ёмкости б. Включают используемый гидравлический пресс для формирования колёсных пар и осуществляют аксиальное перемещение оси 12 плунжером последнего относительно ступицы колеса 8. Масло проникает по всем микронеровностям на поверхностях контакта со-

ся подводимым сжатым воздухом из последнего в рабочую полость Б между внутренней поверхностью ступицы колеса и кольцевой поверхностью заходного конуса предподступичной части оси со стороны его меньшего диаметра, а также компенсационной ёмкостью б, предназначенной для контроля уровня заполнения рабочей полости Б жидкой смазкой в стаканообразном корпусе и удаления воздуха и избытка масла из последней в начале сборки, а также для поддержания требуемого

прягаемых деталей. При перемещении оси 12 внутри ступицы колеса масло выдавливается из рабочей полости Б в резервуар А. После посадки колеса на ось по месту напрессовки отключают плунжер пресса, удаляют остатки масла из полости Б через сливной клапан 9, выводят ось 12 с напрессованным на её подступичную часть колесом из внутренней полости устройства для смазки, освобождая шейку оси от соприкосновения со штоком 2. Аналогично выполняют напрессовку второго колеса формируемой колесной пары.

При установке на прессе должно обеспечиваться совпадение геометрических осей прессуемых элементов и упорных приспособлений с осью плунжера рабочего цилиндра и недопускаться перекосов колес относительно оси колесной пары. При невыполнении этого правила отмечаются задиры подступичной части оси или поверхности отверстия ступицы колеса, запрессовка будет несплавной, потребуется перераспрессовка с переточкой прессуемых элементов. В процессе напрессовки на ось накладывают шаблон, с помощью которого контролируют расположение колес на оси (перед запрессовкой находят середину оси с помощью специальной скобы и размечают ее керном). Правильность положения элементов относительно середины оси контролируется в момент запрессовки и после формирования колесной пары. Должно строго соблюдаться расстояние между внутренними гранями колес и расстояние между серединой оси и поверхностью катания колеса.

Прессуемые элементы колесных пар должны иметь одинаковую температуру. Допускается разность не более 10 °С при условии превышения температуры колеса над температурой оси. Без учета указанного требования при выравнивании температуры в сформированном соединении может произойти ослабление посадки, фактическая величина натяга будет меньше, чем назначенная. После запрессовки колеса с одной стороны и разворота оси колесной пары таким же порядком запрессовывают второе колесо. Скорость движения плунжера гидравлического пресса для формирования колесных пар вагонов определена экспериментальным путем (должна быть не выше 3 мм/с). С увеличением скорости запрессовки конечное усилие сдвига снижается, поэтому величина натяга при больших скоростях относительно смещения сопрягаемых элементов должна быть меньше, чем при низких.

При наличии допустимых отклонений макрогеометрии подступичной части оси и отверстия ступицы колеса (конусность, овальность) запрещается использовать обратную конусность (больший диаметр сопрягаемых поверхностей деталей должен быть обращен к середине оси) или совмещать максимум диаметра охватываемой с минимумом диаметра отверстия охватывающей.

Последовательность технологических операций при запрессовке колес на оси (формировании колёсных пар) и сводная ведомость по затратам времени представлены в таблицах А.9 и А.10. Типовые нормы времени на запрессовку колеса на ось и испытания на максимальное давление приведены в таблицах Б.11 и Б.12.

Технологический процесс механической запрессовки продольно прессовых соединений можно совершенствовать путём исключения влияния ряда факторов на исходную прочность напрессовок. Это прежде

всего касается наличия смазки в зоне контакта сопрягаемых деталей и её количества, несовпадения геометрических осей элементов и перекосов их при сборке. Гидропрессовое формирование обеспечивает образование деформируемого кольцевого сборочного зазора, заполненного маслом, путём использования гидрораспора между поверхностями контактирующих деталей от высокого давления рабочей жидкости среды (до 200 МПа).

Гидропрессовая сборка с радиальной подачей масла в зону сопряжения через сверление в ступице колеса и кольцевую проточку на её внутренней поверхности запатентована в Швеции (фирма СКФ, г. Гетеборг). Успешно применяется с 1964 г. в Японии (линия Синкансен) для сборки и распрессовки колёсных пар вагонов.

Для определения минимально необходимого давления при разборке соединений используется эмпирическая зависимость (при использовании авиамасла)

$$P_{\min} = 20 + 1,8p_k, \quad (5.3)$$

где p_k – величина контактного давления в сопряжении, МПа (авиамасло МС-20).

Гидравлическая сборка и демонтаж соединений комбинированным способом: приложением осевой сдвигающей нагрузки с одновременным нагнетанием масла под высоким давлением в зону сопряжения через отверстия в охватывающей или охватываемой деталях – описана в патенте № 316929 акционерного общества Свенского шарикоподшипникового завода в г. Гетеборге (фирма СКФ, Швеция, 1942 г.). Исследование и применение комбинированного способа гидропрессования описано в отечественной и зарубежной литературе. Гидрозапрессовка с приложением внешней сдвигающей нагрузки осуществляется по ряду схем. Отмечается, что в некоторых случаях для создания необходимого давления масла в зоне сопряжения поверхностей контактирующих деталей предусматриваются кольцевые резиновые уплотнения, которые остаются внутри посадки после сборки соединения. При данной схеме гидропрессового формирования соединений получают посадки, аксиальное усилие сдвига для которых в 10–15 раз меньше, чем при механической запрессовке (демонтаже) соединения [4].

В ряде случаев охватываемая деталь изготавливается ступенчатой формы по наружной поверхности, чтобы обеспечить незначительный натяг в начале запрессовки и за счет этого создать необходимое давление гидросреды между поверхностями контакта на основной длине сопряжения. Нагнетание масла при комбинированном способе гидропрессования должно предшествовать приложению осевой нагрузки при сборке сопрягаемых деталей, так как при обратной последовательности сборки увеличиваются за-

прессовочные усилия примерно в 1,5 раза. Если возникают трудности в создании высоких давлений масла в зоне сопряжения (например, при значительных погрешностях формы посадочных поверхностей охватывающей и охватываемой деталей), то усилие запрессовки следует прилагать одновременно с нагнетанием масла. Необходимым условием при гидропрессовании является применение очищенных нейтральных сортов масла требуемой вязкости. В противном случае посадочные поверхности деталей в зоне сопряжения будут корродировать. Прочность гидропрессовых соединений повышается с уменьшением степени деформирования исходного микропрофиля поверхностей контакта сопрягаемых элементов (вал – втулка) при давлении нагнетания гидросреды, превышающем контактное сжатие, вызываемое наличием натяга в посадке. Давление масла в зоне сопряжения по всей длине контактирующих поверхностей должно обеспечивать при относительном сдвиге деталей уравнивание контактного сжатия, дополнительное уширение втулки и сжатие вала для образования разделяющей масляной прослойки.

Процесс формирования посадок комбинированным способом можно разделить на два этапа сборки: 1) механическая запрессовка с сухим или полусухим трением до перекрытия кольцевого маслопровода на внутренней поверхности охватывающей детали кромкой заходного торца охватываемой; 2) гидропрессовая сборка с нагнетанием масла через одно или несколько маслоподводящих радиальных отверстий и маслоподводящих кольцевых проточек на посадочной поверхности охватывающей детали в зону сопряжения соединяемых с натягом деталей при полужидкостном или жидкостном трении на контактирующих поверхностях. Эффективная сборка осуществляется лишь на части длины сопряжения формируемого соединения. Кольцевые и радиальные маслопроводы усложняют технологию изготовления охватывающей детали. Кроме того проточки на ступице могут являться концентраторами напряжений. При комбинированном способе формирования соединений необходимо применять, наряду с устройством для нагнетания масла в сопряжение, гидравлический пресс или иное сдвигающее устройство для относительного смещения сопрягаемых деталей; при этом невозможно оценить исходную прочность получаемого соединения (рисунок 5.7).

По сравнению с механической запрессовкой и распрессовкой соединений комбинированный способ гидропрессования является более прогрессивным. Успешно применяется на скоростной линии Синкансен в Японии с 1964 г. Запрессовка колес на оси и их распрессовка под давлением масла производятся с подачей последнего через радиальное отверстие и кольцевую проточку ступицы колеса. В условиях эксплуатации колесных пар вагонов при скоростном движении поездов из-за частого демонтажа и напрессовки колес, сменяемых на одну и ту же ось, посадочные поверхности в сопряжении-

ях имеют высокую степень вероятности образования дефектов, возникающих на поверхностях деталей вследствие механических повреждений при относительном сдвиге последних. Именно с этим связано применение комбинированного способа гидропрессового формирования и демонтажа соединений с гарантированным натягом колесных пар вагонов с подачей масла под давлением 100–120 МПа в зону сопряжения через маслопроводы в ступице колеса и одновременным относительным смещением колес и оси от дополнительного постороннего (внешнего) сдвигающего устройства. Образование масляной пленки в зоне контакта при упругом деформировании деталей обеспечивает возможность многократного выполнения операций гидропрессования без повреждения контактирующих поверхностей деталей. Это позволяет при ремонте колесных пар подвижного состава со сменой элементов использовать старогодные оси и производить повторно формирование сопряжений колес с осями с минимальными затратами на механическую обработку посадочных поверхностей осей при подготовке их к сборке. Усилие относительного сдвига деталей при подаче масла в зону сопряжения составляет не более 200 кН, в то время как при обычной механической запрессовке колесных пар вагонов – примерно 1000 кН.

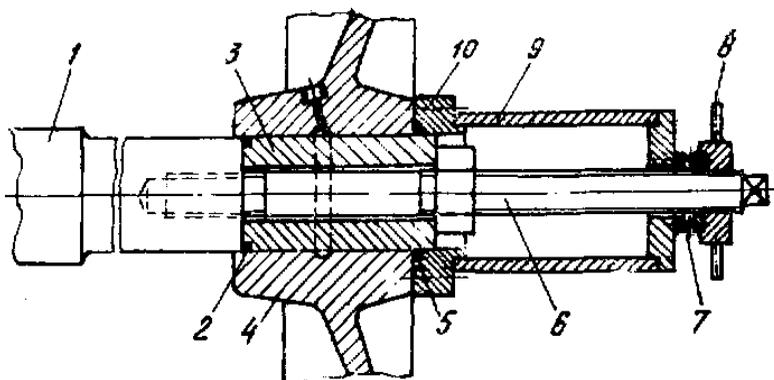


Рисунок 5.7 – Использование высокого давления масла для гидрораспора в зоне сопряжения при комбинированном способе запрессовки цилиндрических соединений (метод СКФ):

1 – сопрягаемая ось колесной пары; 2, 5 – уплотнения; 3 – фальшвал; 4 – ступица колеса; 6–8 – сдвигающее устройство; 9 – монтажный стакан; 10 – фланец

Дальнейшее повышение эффективности гидропрессовой технологии при сборке и демонтаже соединений с гарантированным натягом возможно в направлении совершенствования описанного комбинированного способа с целью устранения основных его недостатков: во-первых, путём исключения необходимости изготовления маслопроводов в ступице сопрягаемого с осью колеса; во-вторых, обеспечением условий сборки при отсутствии металли-

ческого контакта соединяемых элементов колёсной пары от начала до конца их относительного смещения.

Данные условия выполняются при использовании нового способа гидропрессовой сборки по схеме, приведенной на рисунке 5.8.

Гидропрессовая сборка осуществляется на имеющемся прессовом оборудовании, применяемом для формирования колёсных пар вагонов механической запрессовкой. Дополнительно пресс (например, П6738 Одесского машиностроительного завода) оборудуется навесной гидроголовкой высокого давления в виде фальшступицы 1, снабжённой кольцевым 2 и торцевым 3 уплотнениями; штуцером 4 для подвода масла высокого давления в зону контакта

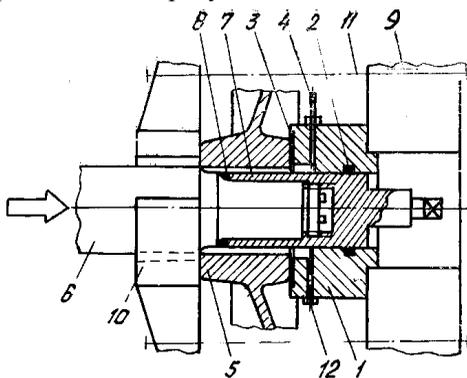


Рисунок 5.8 – Сборка цилиндрических соединений с помощью нагнетания масла в зону сопряжения с натягом цельнокатаного колеса 5 и оси 6 формируемой колёсной пары; фальшвалом 7 с уплотнением 8. На подвижную станину 9 пресса, закреплённую на объёмлющей раме последнего, монтируется закрепительная траверса 10 механизмом прижатия 11. От плунжера пресса (на рисунке условно не показан) усилие запрессовки P_3 передаётся на торец свободного конца сопрягаемой оси 6 колёсной пары. Для слива масла из навесной гидроголовки высокого давления предусмотрен клапан 12.

Сборка соединения осуществляется в такой последовательности. Колесо 5 при помощи грузоподъемного механизма (например, электротельфера) устанавливается концентрично относительно фальшвала 7 между стойкой 9 и траверсой 10. Сопрягаемая ось 6 в подвешенном состоянии размещается по геометрической оси пресса и заводится через отверстие в траверсе 10 во внутреннюю полость фальшвала 7. После этого фальшвал наворачивается на резьбовую часть (М110Х4) шейки оси колесной пары, при этом уплотнение 8 (например, набор фторопластового, резинового и медного колец) прижимается к галтели шейки, предотвращая проникновение масла во внутреннюю полость фальшвала при дальнейшей гидропрессовой сборке. В данном положении при нагнетании масла из гидросистемы пресса под его основной плунжер производится частичная механическая подпрессовка оси 6 в ступицу колеса 5 на длину $\Delta l = (0,05 \dots 0,1)d$, где d – диаметр сопряжения, а затем ступица напрессовываемого колеса прикрепляется при помощи траверсы 10 к фальшступице 1 на уплотнительной прокладке 3 (например, из отожженной меди, сулемина) и подается масло от источника высокого давления (плунжерного насоса, мультипликатора и др.) через штуцер 4 в зону

сопряжения. При этом поддерживается расчетное давление в замкнутой полости между внутренней поверхностью ступицы цельнокатаного колеса, наружной поверхностью фальшступицы и поверхностью сопрягаемой с колесом оси.

Плунжером пресса с усилием P_3 осуществляется аксиальное смещение оси $б$ относительно колеса 5 по масляной прослойке по всей длине контакта сопрягаемых поверхностей. Относительное смещение при гидрозапрессовке контролируется по шаблону. Проверяется положение колеса относительно середины оси. По окончании запрессовки оси в ступицу колеса отключается подача масла от гидросистемы к плунжеру пресса, снижается давление в навесной гидроголовке высокого давления, и масло через сливной клапан 12 удаляется в гидросистему высокого давления (до 100 МПа и выше). Фальшвал 7 отсоединяется от оси $б$, отводится закрепительная траверса 10 , и ось с напрессованным колесом выводится из фальшступицы при помощи грузоподъемного механизма (аксиальное перемещение справа налево), а затем из отверстия в траверсе 10 через боковой проем. Напрессовка на ось второго колеса выполняется аналогично. Описанная схема сборки цилиндрических соединений с гарантированным натягом комбинированным способом представляется более целесообразной для формирования колесных пар вагонов по сравнению с известными (см. описанные выше).

Актуальными являются научные и технические разработки, направленные на применение нового подхода к решению вопроса по созданию гидрораспора в зоне сопряжения соединяемых с натягом цилиндрических деталей.

Для повышения качества формирования гидропрессовых соединений и снижения производственных затрат необходимо предусматривать:

- создание расклинивающей масляной прослойки по всей зоне контакта сопрягаемых деталей в течение всего процесса сборки;
- обеспечение надлежащего контроля за посадкой во время сборки и возможности оценки исходной прочности гидрозапрессовок;
- использование давления нагнетаемой в зону сопряжения рабочей жидкости для относительного смещения соединяемых с натягом деталей;
- исключение (необходимой для осуществления комбинированного способа формирования) дополнительной механической обработки одной из сопрягаемых деталей для обеспечения возможности подвода масла высокого давления в зону сопряжения контактирующих поверхностей.

Торцовая гидропрессовая сборка обеспечивает формирование более прочных по сравнению с механической запрессовкой соединений при снижении общего уровня напряженного состояния элементов с сохранением прежних градаций допускаемых натягов. Реализация его возможна на существующем прессовом оборудовании для формирования колесных пар с незначительной его модернизацией. Для повышения несущей способности гидропрессовых соединений целесообразно использовать в процессе формирования посадок жидкотекучие полимерные композиции в качестве рабочей жидкости и как материала для образования тонкослойных полимерных покрытий в зоне контакта с присутствием им эффектом.

Экспериментальная проверка возможности осуществления рациональной напрессовки цилиндрических втулок на оси с торцовым подводом масла высокого давления в зону контакта между сопрягаемыми поверхностями соединяемых с натягом деталей в соответствии с предложенной технологической схемой формирования проведена на кафедре «Вагоны и вагонное хозяйство» Белорусского государственного университета транспорта на лабораторной установке с давлением нагнетания гидросреды до 100 МПа (1000 кгс/см²). В процессе проведения экспериментов выявлены характерные особенности гидронапрессовки и демонтажа соединений с натягом типа вал – втулка, опробованы в лабораторных условиях необходимая аппаратура и установка для осуществления исследуемых процессов. В качестве критерия прочности посадок принималось первоначальное усилие сдвига при распрессовке, т. е. усилие срыва.

При гидропрессовой сборке, с торцовым подводом масла в сопряжение усилие запрессовки, т. е. равнодействующая элементарных сил по эффективной площади, воспринимающей давление нагнетаемой гидросреды, направлена по геометрической оси сопряжения. Перекосы сопрягаемых деталей при гидропрессовой сборке с торцовым нагнетанием жидкой смазки в сопряжение исключаются. После снижения давления масла в зоне контакта достигается более полное взаимовнедрение микронеровностей поверхностей деталей и тем самым изменяется характер процессов трения в сопряжении при последующей распрессовке сформированного гидропрессового соединения.

Проведенные исследования на масштабных образцах показали, что гидропрессовые соединения обладают достаточно высокой прочностью при статическом приложении осевой сдвигающей нагрузки (прочность сопряжения значительно выше, чем при механической запрессовке, и приближается к прочности тепловых посадок). Вместе с тем усилия распрессовки после первоначального сдвига экспериментальных соединений гидропрессового формирования и механических напрессовок отличаются незначительно. Это может объясняться тем, что при распрессовке после начального сдвига неровности микропрофиля гидронапрессовок срезаются, и профиль поверхности сопряжения приближается к профилю посадок механического формирования. Это является косвенным подтверждением возможности осуществления процесса торцовой гидронапрессовки с относительно меньшим переформированием микропрофиля поверхностей контакта деталей. Коэффициенты заполнения профиля, показывающие отношение высоты неровностей после запрессовки деталей и исходных поверхностей контакта, будут выше, чем при механической напрессовке втулок на оси, что обуславливает более высокую прочность гидронапрессовок при первоначальном сдвиге под нагрузкой.

При малых значениях натягов в меньшей степени сказывается перестроение микропрофиля, с повышением контактного сжатия повышается степень относительной деформации сопрягаемых деталей (особенно в условиях нерационального режима сборки) и соответственно снижается относительная прочность соединений. Многократные гидрозакатки показали стабильность процесса формирования соединений с натягом даже при превышении в 2–3 раза

установленных норм погрешностей геометрической формы деталей экспериментальных напрессовок. Предельные отклонения формы цилиндрической поверхности показывают, что при изменении диаметров от 30 до 250 мм допуски на погрешность формы увеличиваются всего лишь в 1,5–1,6 раза. Это позволяет предполагать стабильность процесса формирования полномасштабных соединений с натягом колесных пар вагонов при торцовом нагнетании масла в зону сопряжения.

Величина усилия, необходимого для относительного перемещения сопрягаемых деталей, предопределяется давлением нагнетания масла. Анализ экспериментальных гидрозакрепок и демонтажа сформированных соединений показал, что первоначальное усилие сдвига при распрессовке и величина аксиальной силы гидрозакрепки от давления нагнетания масла с торца сопряжения взаимосвязаны. Чем выше давление нагнетания масла при формировании соединений, тем выше исходная прочность напрессовок и тем больше величина распрессовочного усилия при статическом приложении сдвигающей нагрузки к полученным соединениям.

В качестве показателя для оценки прочности механических напрессовок колес на оси при формировании колесных пар вагонов на отечественных и зарубежных дорогах принята величина конечных усилий запрессовки, при этом предполагается, что усилия распрессовки не могут быть ниже конечных запрессовочных усилий. Выбор величины натяга в соединениях колес с осями в пределах 0,10–0,25 мм не регламентирован при условии, что величины конечных запрессовочных усилий будут находиться в пределах 390–580 кН (39–58 тс) на каждые 100 мм диаметра подступичной части оси. При удовлетворительной диаграмме запрессовки на диске колеса с внутренней стороны ставят меловую разметку «Годная». Если при запрессовке будет получена неудовлетворительная диаграмма или конечные усилия запрессовки будут ниже установленной нормы, соединение с натягом бракуется. На диске колеса ставят меловую пометку «Б» (брак), отметку о браке делают и на диаграмме запрессовки. Результаты запрессовки регистрируют в журнале учета. Забракованные колесные пары подают на пресс для расформирования.

Распрессованное колесо разрешается повторно сопрягать с тем же или другим концом оси колесной пары или с другой распрессованной осью без дополнительной механической обработки подступичной части оси при условии, что на посадочных поверхностях сопрягаемых элементов нет задиров. Запрещается повторно перепрессовывать соединения, диаграммы которых имеют резкие колебания давления. Не разрешается более двух раз перепрессовывать колесо на один и тот же конец без дополнительной механической обработки одной из сопрягаемых поверхностей. При перепрессовке конечное усилие аксиального сдвига должно соответствовать установленной норме с увеличением нижнего предела на 15 %. Несмотря на уменьшение натяга за счет сглаживания «гребешков» микронеровностей, определяемого по известной зависимости $\delta_{\text{см}} = 1,2(R_{Z1} + R_{Z2})$, где R_{Z1} и R_{Z2} – высота микронеровностей поверхностей контакта при повторных запрессовках. Запрессовочные усилия возрастают в связи с упрочнением посадочных поверхностей сопрягаемых деталей.

На бланках диаграмм механической запрессовки записывают следующие данные: дату запрессовки; тип колесной пары; номер оси; диаметры подступичной части оси и отверстия ступицы колеса; величину натяга; длину ступицы; конечное усилие запрессовки; маркировку колеса; сторону колесной пары. Годные и забракованные диаграммы механической запрессовки соединений с натягом после оформления и приемки колесных пар хранят в течение 20 лет. Для дополнительного контроля прочности механической запрессовки в БелГУТе разработано устройство, представленное на рисунке 5.9 (патент ВУ 2431 У).

Устройство для контроля прочности колеса на ось колесной пары работает следующим образом. Соединения 1 и 2 в свободном состоянии надевают на ступицу колеса 4, подлежащего напрессовке на ось 5. Затем зажимают стяжные болты с целью обеспечения неподвижного закрепления клеммовых соединений 1 и 2 на ступице колеса 4 с незначительным предварительным натягом. В таком положении при помощи тензодатчиков 3 фиксируют нормальные растягивающие напряжения на цилиндрических поверхностях клеммовых соединений 1 и 2 (установка относительно нуля, т.е. балансировка каналов тензоаппаратуры при температуре производственного помещения до сборки пресованного соединения).

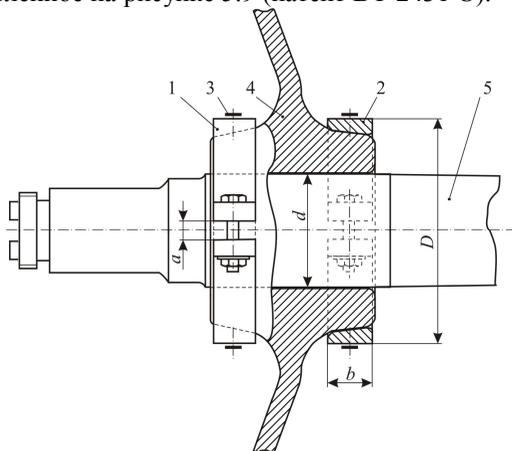


Рисунок 5.9 – Устройство для контроля прочности механической запрессовки колеса на ось

Колесо 4 вместе с клеммовыми соединениями 1, 2 напрессовывают на подступичную часть оси колесной пары. После напрессовки колеса 4 на подступичную часть оси 5 замеряют упомянутые выше напряжения, по величине последних определяют контактное давление и натяг. Сравнивают полученные результаты с эталонными допустимыми значениями. При отклонениях, превышающих установленные нормативные значения, полученное соединение с гарантированным натягом бракуется и подлежит расформированию. Выполняется сборка с записью новых значений параметров сформированного соединения.

Колесные пары, признанные годными, устанавливают на свободный путь для осмотра и измерения расстояния между внутренними гранями колес, а также для установления разницы расстояний от внутренних граней колес до торца оси с одной и другой сторон колесной пары.

Колесные пары, поступившие в пресовое отделение для опробования на сдвиг ступиц, тщательно осматриваются с измерением элементов для выявления других неисправностей. Затем колесные пары устанавливаются на

пресс. При этом соблюдаются все требования по совмещению геометрических осей элементов и ликвидации перекосов, предъявляемые при запрессовке. Опробование на прессе производится в направлении распрессовки усилием 735–833 кН, с записью результатов на индикаторной диаграмме. Если при опробовании происходит сдвиг колеса, то колесная пара расформируется и производится ремонт со сменой элементов. Колесная пара, выдержавшая установленные испытания на прессе, осматривается, измеряется и направляется для дальнейшего ремонта.

Затраты времени на формирование колёсной пары приведены в таблице А.8.

Последовательность технологических операций при опробовании ступиц колес на сдвиг представлена в таблице А.11, а затраты времени при проверке ступицы колеса на сдвиг представлены в таблице А.12.

Механическая напрессовка колес на оси не обеспечивает стабильности процесса сборки соединений и приводит к неизбежным перепрессовкам колесных пар из-за неудовлетворительного состояния контрольных диаграмм запрессовки, повреждения посадочных поверхностей деталей. На исходную прочность соединений механического формирования на прессах влияют многочисленные и трудно учитываемые факторы: контактное давление под посадкой; состояние поверхностей сопряжения, которое они приобретают после сборки; степень пластической деформации деталей в зоне контакта; уменьшение натяга в сопряжении в результате сглаживания «гребешков» микронеровностей контактирующих поверхностей соединяемых натягом деталей; количество и качество смазки; скорость запрессовки; температура сопрягаемых осей и колес; несоответствие геометрических осей элементов формируемых колесных пар и прочее. Большой процент брака в запрессовках в значительной степени вызывается неправильным режимом работы прессового оборудования колесных цехов предприятий (необходимо обеспечить плавную гидравлическую подачу плунжера пресса, постоянную скорость его аксиального перемещения, отсутствие толчков). Технологические мероприятия по повышению прочности напрессовки колес на оси должны предусматривать всемерное совершенствование традиционных процессов сборки колесных пар вагонов, а также использование новых прогрессивных технологий [30], подготовку поверхностей сопряжения соединяемых деталей с целью увеличения площади контакта коэффициента трения, снижения общего напряженного состояния осей в зонах напрессовок.

Одним из важнейших преимуществ прессового соединения вагонных колёс с осью является наличие контроля качества запрессовки путём анализа индикаторной диаграммы, что обеспечивает надёжность работы колёсной пары и безопасность движения поездов. Однако при прессовой посадке колёс на оси обычно до 25–30 % напрессовок имеет несоответствие конечных усилий нормам или отклонение формы индикаторной диаграммы от допустимой. Кроме того, при прессовой посадке иногда возникают механические повреждения сопрягаемых поверхностей, снижающие усталостную прочность и надёжность колёсной пары, а также сдвиги колёс с оси в процессе эксплуатации вагонов.

С целью устранения перечисленных недостатков проводились исследования по применению тепловой посадки, при которой нагретую ступицу колеса, имеющую предварительный натяг, свободно надевают на ось. После остывания колесо прочно соединяется с осью. Преимущества такой посадки по сравнению с прессовой: повышаются усилия распрессовки колёс, по величине которых оценивают надёжность соединения колеса с осью; исключаются механические повреждения сопрягаемых поверхностей в процессе напрессовки, что увеличивает усталостную прочность колёсной пары.

Вместе с тем такое соединение вагонного колеса с осью обладает существенными недостатками: отсутствие индикаторной диаграммы лишает возможности надёжного контроля прочности посадки; потребность в больших затратах электроэнергии на подогрев колёс перед насадкой на ось и их снятием при перестроении колёсной пары; необходимость в дополнительной площади колёсного цеха, потребной для отстоя колесных пар с целью охлаждения колёсных пар после насадки колёс; усложнение снятия колёс с оси, так как без предварительного подогрева ступицы требуются большие усилия распрессовки и возникают при этом задиры посадочных поверхностей.

5.7 Обработка шеек и предподступичных частей осей, поверхностей катания колес

Ось считается непригодной к дальнейшей эксплуатации при наличии:

- трещин, независимо от размера, количества и места их расположения;
- волосовин, темновин и светловин на оси, если обточка их или другой способ ремонта не обеспечивает допускаемых размеров;
- рисок, задилов, забоин и вмятин на шейках предподступичной части, а также закатов, местных сетчатых надрывов, рванин, протертости и других повреждений на средней части оси, если обточка их не обеспечивает получения допускаемых размеров. Разница диаметров и длины шеек на одной оси не обусловлено, если они не выходят за пределы установленных допусков. В тех случаях, когда старая ось по своим размерам удовлетворяет требованиям формирования колесных пар, а маркировка (номер плавки, порядковый номер оси, дата) недостаточно ясна, клейма переносят в любой сектор на торце оси, кроме заполненного знаками последнего формирования и полного освидетельствования. Также переносятся клейма и у сформированных колесных пар. Если у колесной пары повреждены клейма (номер оси и номер плавки) и восстановить их невозможно, то в этом случае колесную пару исключают из инвентаря.

Наименьшие допускаемые диаметры осей колёсных пар при выпуске из всех видов ремонта представлены в таблице А.16.

Обработку шеек осей колесных пар вагонов разрешается производить как до запрессовки колес на ось, так и после запрессовки и обточки поверх-

ностей катания колес. Шейки и предподступичные части осей после обработки подлежат испытанию магнитным дефектоскопом.

Шейки осей колесных пар, имеющие забоины, задиры и другие повреждения, обтачивают, затем шлифуют и накатывают специальными роликами. Незначительные неисправности устраняют шлифовкой, накаткой и полировкой без обточки. Накатку шеек одним роликом необходимо избегать, так как одностороннее нажатие не обеспечивает получения правильной накатки поверхности шейки, делает ее овальной и волнистой, а также вызывает нагрев оси в центрах станка и усиленную одностороннюю разработку суппортов. После обточки и шлифовки поверхность шеек, предподступичных частей осей, бывших в эксплуатации, должна соответствовать чистоте обработки, установленной для новых осей. Радиусы галтелей должны быть без резких переходов; восстанавливать чертежный размер галтели не рекомендуется, так как это влечет за собой удлинение шейки оси.

Колёсные пары часто бракуются вследствие износа резьбовых участков осей, работающих в процессе эксплуатации при знакопеременных нагрузках в циклическом режиме на смятие и срез. Подкатка под вагоны колёсных пар с неисправной резьбой недопустима, т. к. приводит к повреждению торцевого крепления, срыву резьбы, отказам буксового узла в эксплуатации.

После внешнего осмотра оси и выполнения необходимых замеров намечают пути её восстановления. Восстановлению подлежат вагонные оси с повреждённой резьбой М110х4, нарезанной на её шейке, или в случае выявления уменьшения наружного диаметра резьбы менее 107,8 мм. Для их ремонта на предприятиях и службах железнодорожного транспорта все более широкое применение находят механизированные способы наплавки, позволяющие качественно восстанавливать изношенную и повреждённую резьбу без распрессовки колёсных пар. Такая установка на большинстве вагоноремонтных заводов изготавливается на базе универсального токарно-винторезного станка, на суппорте которого закрепляется стойка с кронштейном. На площадке кронштейна монтируется подающий механизм сварочного полуавтомата и бункера для флюса. В качестве источника питания сварочного тока используется сварочный выпрямитель ВДУ-506 или ВС-632. Типовые нормы времени на срезание забракованной резьбы и на нарезку резьбовой части после наплавки приведены в таблицах Б.3, Б.4.

Технология ремонта резьбовых отверстий, выполненных на вагонной оси для торцевого крепления буксового узла включает операции: 1) рассверливание дефектных отверстий на агрегатном станке модели АМ-12345 с последующим их обезжириванием; 2) индукционный нагрев шейки оси до температуры 150–200 °С в зоне ремонтируемых отверстий; 3) прихватка бонки для формирования крайнего валика и наплавка внутренней поверхностей с проковкой каждого наплавленного валика (наплавка производится проволокой Св-08 Г2С диаметром 0,8 мм в среде СО₂ постоянным током при обратной поляр-

ности, с соблюдением следующих параметров режима: ток – 70–80 А, напряжение – 17–18 В, скорость наложения валиков 22 м/ч); 4) рассверливание отверстия комбинированным инструментом сверлозенковка; 5) нарезка новой резьбы. После наплавки и последующего охлаждения ось передают на механическую обработку. Чаще всего это проточка, накатка роликами подступичной части или нарезка резьбы. Иногда производят обработку при распрессовке подшипников шеек. При всех станочных операциях технологической базой являются центровые отверстия на торцах осей. От их состояния зависит соосность и округлость обработанных поверхностей. Однако центровые отверстия часто повреждаются в процессе распрессовки колёсных пар. В большинстве случаев оси с поврежденными центровыми отверстиями бракуются и заменяются новыми. Для качественного восстановления повреждённых центровых отверстий осей предлагается использовать корректирующий люнет (модели ЛК-200Т и др.).

Ремонт старогодных цельнокатаных колес в основном сводится к расточке на карусельных станках отверстия ступицы для удаления задиров, рисок, коррозийных мест, конусности, овальности, черновин и других дефектов, а также в тех случаях, когда колесо, предназначенное для запрессовки на ось, имеет грубую обработку поверхности отверстия ступицы. Во всех случаях необходимо стремиться к меньшему снятию металла с необрабатываемых поверхностей. Напрессованное на ось колесо с разной толщиной стенок ступицы, по окружности более допускаемой может вызвать неравномерные напряжения в оси. В этом случае лишний металл удаляют обточкой.

Для получения нормального профиля обода колеса обтачивают его внутреннюю грань, гребень и поверхность катания. Обработка колёсных пар производится в основном на специализированных колесотокарных станках, которые изготавливаются в различных странах и отличаются друг от друга в основном уровнем механизации и автоматизации процесса обработки, оснащённостью различными измерительными системами, наличием систем ЧПУ и т.д. Изготавливаемые Краматорским машиностроительным заводом (Украина) станки модели 1К836-М-10 предназначены для обработки новых и восстановления профилей колесных пар вагонов в сборе с осью в полуавтоматическом режиме. Обработка профиля осуществляется методом гидрокопирования. Колесотокарный проходной станок РТ905Ф1 Рязанского станкостроительного завода предназначен для одиночной обработки профиля поверхности катания вагонных колёсных пар как с буксами, так и без букс. Портальная компоновка станка позволяет устанавливать его в технологическую линию ремонта колёсных пар. Конструкция гидрокопировальных суппортов обеспечивает возможность обработки профиля за один проход при глубине резания до 10 мм.

Автоматизация большинства технологических операций обуславливает высокую производительность станка.

Станок РТ905Ф3 оснащён приводами подачи, управляемыми системами ЧПУ, и измерительным устройством, которые позволяют оптимизировать припуск на обработку, что способствует увеличению рабочего ресурса колёсных пар.

Функциональные возможности станка: автоматическая загрузка и центрирование колёсной пары относительно осей станка; автоматическая привязка суппортов к профилю поверхности катания колёсной пары; отображение устройством цифровой идентификации фактического диаметра колеса и установка припусков на обработку; одновременная обточка двух колёс в один размер. Основным принципом разработки станков в польской компании Rafamet (на её долю приходится большая часть колесотокарных станков, которыми оснащены предприятия железных дорог СНГ) является стремление создавать полнокомплектные обрабатывающие центры, что устраняет необходимость в дополнительном оборудовании, например измерительных стендах. Подтверждением сказанному является разработанная компанией модификация станка UBB-112N, в конструкцию и систему управления которого введён ряд оригинальных новшеств. В основном они касаются систем измерения и числового программного управления, которые помимо автоматизации процесса обработки позволяют решать проблему экономии материала колёс. Станок оснащён двумя измерительными головками, при помощи которых в систему управления передаётся информация о ширине и высоте гребней, диаметрах поверхностей катания и расстояния между внутренними гранями колёс.

В системе управления применён пульт, на жидкокристаллическом экране которого высвечиваются результаты измерений колёсной пары, параметры обработки, а также информация о неполадках. Применяемые в станке новшества касаются также его механической и электрической частей. Так, направляющие бабок и суппортов закалены, что практически устраняет их износ. Увеличена жёсткость суппортов, благодаря чему повышается не только их прочность, но и точность обработки. Для привода основных узлов и агрегатов используются асинхронные двигатели. Продолжительность обработки одной колёсной пары не превышает 9 мин.

Для экономии металла старогодных колес при обточке разрешается оставлять на обточенном гребне черновины глубиной не более 2 мм, расположенные от вершины гребня на расстоянии 10–18 мм, а также черновины на поверхности катания (остаточный прокат) глубиной до 0,5 мм. На внутренней грани обода черновины допускаются глубиной не более 1 мм при условии, что расстояние между внутренними гранями колес в местах нахождения черновин не выходит из допускаемых пределов. Разрешается устранять круговой наплыв металла, а также местный откол кругового наплыва (без трещин, идущих в глубь обода) восстановлением фаски на колесотокарном станке без обточки всей поверхности катания.

Для обработанной колесной пары установлен 3-й класс шероховатости поверхности по внутреннему и наружному торцу ступицы, внутренней грани обода, поверхности катания, наружной фаске поверхности катания и гребню. Для симметричного расположения колес и их кругов катания перед обточкой колес

необходимо проверить расстояние от середины оси до внутренней грани колес. Разница этих расстояний у колесных пар, прошедших обточку по профилю, допускается не более 3 мм (середину оси определяют по имеющемуся керну, поставленному при запрессовке колесной пары на гидравлическом прессе). Симметричное расположение колес на оси необходимо для правильной работы колесной пары под вагоном, в противном случае износ колес и особенно гребней (подрез) будет происходить неравномерно. Правильно обточенная колесная пара при проверке ее в центрах шеечно-накатного станка не должна давать биение колес более 1 мм.

Поступившую для обработки колесную пару тщательно осматривают. При этом определяют расстояние между внутренними гранями колес и диаметры кругов катания. Результаты измерения отмечают мелом на внутренних гранях. В случае обработки колесных пар на станке без демонтажа буксовых узлов снимают смотровые крышки, взамен которых устанавливают специальные временные крышки с отверстиями для прохода центров станка. На основании размеров и проверки профиля поверхности катания максимальным шаблоном выбирают необходимые режимы резания. Наружная грань обтачивается только для устранения поверхностных дефектов и неровностей прокатки при условии, что не будет срезана маркировка и клейма завода-изготовителя, а ширина колеса будет не менее допускаемой. Минимальная ширина обода цельнокатаного колеса установлена равной 130 мм для новых колес и 126 мм – для старогодных. Обточка внутренних граней колес должна вестись только в случаях, когда разница расстояний между внутренними гранями в разных точках колесной пары более 2 мм.

Принимают следующий порядок выполнения технологических операций: обмер диаметров обоих колес по кругу катания; снятие обдирочным резцом контрольной стружки с поверхности катания колеса меньшего диаметра и определение наибольшего диаметра, с которым может быть обточена колесная пара; черновая обточка поверхности катания колес с учетом припуска 1–2 мм на чистовую обработку; чистовая обточка поверхности катания колес.

В процессе обточки проверяется максимальным шаблоном правильность выполнения профиля поверхности катания и фаски наружной грани, а также расстояние между внутренними гранями колес. Чистота обработки должна быть не ниже $R_z 80$. При обточке поверхности катания фаска наружной грани обода колеса должна начинаться на расстоянии 12 мм от грани и выполняться под углом 45° .

Последовательность технологических операций при обточке поверхности катания цельнокатаных колес представлена в таблице А.11, типовая норма времени на обточку колесной пары по профилю катания приведена в таблице Б.6.

У бывших в эксплуатации колесных пар с осями для роликовых подшипников перед накаткой шейки, как правило, не обтачиваются, а тщательно зачищаются до полного удаления следов коррозии и наминов. В случае невозможности удалить поверхностные дефекты зачисткой такие шейки

подвергают механической обработке. Чистота обработки шеек, подготовленных под накатку, должна быть не ниже $R_z 20$. После обточки или зачистки шейки подвергаются упрочняющей накатке. Требования, предъявляемые к слою, упрочненному накаткой, такие же, что и при накатке подступичных частей оси. Упрочнение осуществляется на специальных шеечно-накатных станках или шеечных, имеющих приспособления, обеспечивающие контроль величины усилий на роликах. Усилие на ролик при упрочняющей накатке шеек и предподступичных частей оси представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Нагрузка на ролик при упрочнении накаткой шеек и предподступичных частей оси

Накатываемая поверхность	Вид и диаметр ролика	Профильный радиус ролика, мм	Нагрузка на ролик, кН
1 Галтели шеек, предподступичные части и их галтели	Ролик с поворачивающейся осью диаметром 150–200 мм	Комбинированный по радиусам 5 и 13 мм	14,7
2 Галтели шеек	Ролики с постоянным положением оси вращения диаметром 150–200 мм	19	24,5
3 Цилиндрическая поверхность шейки	То же	19	24,5

Для получения необходимой степени твёрдости и чистоты поверхности накатка шеек производится роликами диаметром 150 мм за три прохода.

Первым упрочняющий проход выполняется двумя роликами: упрочняющим и сглаживающим при нагрузке на ролики 24,5 кН с подачей не более 0,6 мм/об со скоростью вращения оси не более 200 об/мин. Направление подачи второго прохода – от торца оси к предподступичной части, третьего – как в первом проходе, от предподступичной части к торцу шейки оси. При обработке шеек новых осей допускается шлифование вместо накатки сглаживающими роликами. Припуск на шлифовку не должен превышать 0,2 мм. В случае получения удовлетворительной чистоты поверхности после первого прохода сглаживающие проходы можно не производить. Наплыв металла на торце шейки оси для роликовых подшипников должен быть зачищен.

Последовательность технологических операций при обработке и накатке шеек оси представлена в таблице А.13, типовые нормы времени на обточку, накатку, а также шлифовку шеек и предподступичных частей колёсных пар вагонов приведены в таблицах Б.7–Б.9.

Одним из основных технологических мероприятий, обеспечивающих увеличение срока службы колесных пар, является, как известно, исключение нерационального съема полезного металла. Как в общем промышленном процессе, так и в ремонтном производстве современные технические средства, электрон-

ные устройства по сбору и обработке информации позволяют найти более оптимальные решения при обработке резанием колесных пар. В процессе обточек 36–43 % рабочей части обода колеса превращаются в стружку. Поэтому для увеличения срока службы колес стремятся к уменьшению числа обточек и толщины срезаемого слоя. Станок, предназначенный для обточки колесных пар, имеет две шпиндельные головки, несущие планшайбы с зажимными устройствами, два суппорта и подъемник для погрузочно-разгрузочных операций. Усовершенствованный колесо-токарный станок характеризуется устройством для обточки колесных пар, которое включает компьютер обработки информации для определения стратегии обработки резанием и стратегии обточки при внезапных изменениях процесса, а также датчики контроля рабочего процесса. Система управления станком должна обеспечить работу в автоматизированном и ручном (при работе операторов) режимах с использованием всех технических возможностей станка. На рисунке 5.10 схематично представлена система автоматической диагностики и обработки колесных пар [29].

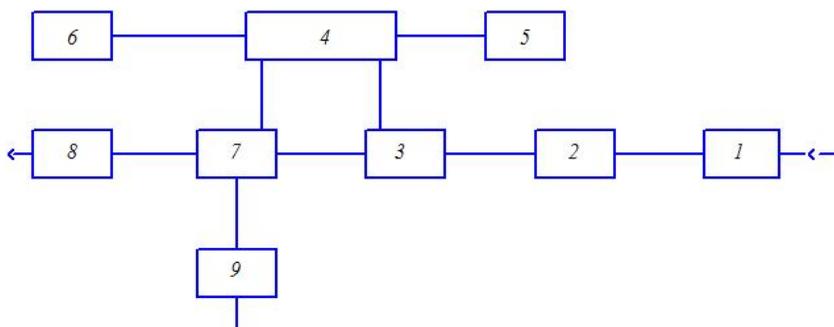


Рисунок 5.10 – Схема автоматической диагностики и обработки колесных пар вагонов:

1 – накопитель колесных пар, транспортировка; 2 – автоматическая установка и зажим на станке; 3 – датчики контроля процесса, режим резания; 4 – блок числового управления с логической и расчетными схемами; 5 – пульт оператора; 6 – ЭВМ; 7 – обработка колесной пары; 8 – накопитель колесных пар; 9 – устройство для удаления стружки

Для обеспечения непрерывной работы перед станком находится накопитель 1 колесных пар, откуда они автоматически подаются к станку. Колесная пара устанавливается на станке и после определения диаметра крепится. Затем измеряется степень износа профиля колеса 3 и данные передаются в блок системы управления 4. Осуществляется разработка программы обработки в блоке системы управления и выполняется обработка колеса 7. Датчики измеряют и контролируют результаты работы во время и после окончания обработки (полученная геометрия обрабатываемого изделия) и передают информацию блоку управления. Оператор 5 и ЭВМ 6 или измерительные блоки получают информацию в процессе обработки и могут вмешаться в ход процесса (управляющее воздействие).

Наряду с измерениями колесной пары, выполняемыми перед обработкой, первостепенное значение приобретают измерения колесной пары, осуществляемые в обрабатывающем станке (в «процессе»). Такие измерения в процессе обработки являются экономически целесообразными с точки зрения оптимального решения поставленной задачи. В конструкции измерительного щупа используется принцип контактного измерения (измерения осуществляются в двух осевых и одном радиальном направлениях), а также применяется система измерений с «контактным триггером», в которой при контакте триггера с изделием подается сигнал, который сравнивается с программой, заложенной в станок и, тем самым, определяется необходимый размер. При контактном измерении специальный щуп дополнительно имеет систему измерения величины перемещений. Размер детали определяется при неподвижном суппорте, как результат величины отклонения щупа от суппорта. Основным преимуществом такой системы является более высокая скорость перемещения суппортов в процессе измерения, так как путь, проходимый измерительным щупом, достигает значительной величины. Кроме того, обеспечивается возможность измерения радиального и торцового биения вращающегося колеса. Получаемая при этом информация может служить, например: для восстановления профиля обода колеса с минимальным съемом материала при обработке; точного определения расстояния между торцовыми поверхностями колес, выявления ползунов на поверхности катания (местных затвердений термического происхождения). Наряду с определением очертания профиля измерительный щуп используется также для определения ширины обода. Процесс измерения и, исходя из полученных результатов, механическая обработка обода колеса полностью автоматизированы.

Станки с числовым программным управлением (ЧПУ) требуют постоянного автоматического самоконтроля и самоналадки, в отличие от станков, управляемых вручную (поскольку отсутствует оператор для осуществления контроля, управления и регулировки). К традиционным контролирующим устройствам, подающим соответствующие сигналы: «проверка положения защитных устройств и узлов станка», «контроль давления в системе» и «контроль перемещения деталей станка», добавляются новые устройства контроля и управления, связанные с поломкой инструмента и износом. С помощью программы, заложенной в блок управления циклом работы, проверяется надежность работы и точность исполнения. В системе контроля за состоянием инструмента используются пьезокварцевые датчики, реагирующие на статическую и динамическую составляющие силы резания. Внезапное изменение силы резания, возникающее при поломке инструмента, воспринимается автономным анализатором, подающим сигнал отказа. Благодаря системе числового управления механизм подачи резца отключается и резец отводится. Износ инструмента контролируется с момента установки его и регистрируется в блоке числового управления. По истечении определенного периода посылается сигнал оператору или устройству автоматической смены инст-

румента. В другом варианте используется измерение смещения режущей кромки инструмента в результате дополнительных измерений. Предусмотренная для этого программа упрощенно может быть представлена в следующем виде. Прежде всего повторно измеряются диаметры обработанных колес, затем сравниваются полученные параметры (размеры диаметров) с допустимыми и корректируются припуски при последнем проходе в месте измерения. Если проверка устанавливает износ инструмента (или смещение вновь замененного), то обработка следующей колесной пары осуществляется при одинаковых условиях резания обоих колес. Колесная пара измеряется и производится коррекция длины инструмента, хранимой в памяти блока числового управления, на величину отклонения между заданным и фактическим значениями диаметра.

Полученная с помощью измерительных щупов и датчиков информация перерабатывается и анализируется. Современные системы числового управления прошли путь от управляемых автоматов с жестко заданным циклом работы к системам обработки информации со счетно-решающими устройствами на уровне управляемых ЭВМ. Необходимая для механической обработки изделия программа дополняется логическими корректировками и вычислениями и в результате автоматически возникает множество вариантов обработки. Указанные программы для металлорежущих станков с ЧПУ являются объемными и сложными, поэтому составление их целесообразно осуществлять на языке программирования высокого уровня.

Станок для обточки колесных пар (при упрощенном рассмотрении) включает четыре независимых вычислительных устройства. Два вычислительных устройства (ЭВМ) предназначены для управления процессом перемещения каждого из суппортов, третье управляет работой периферийных узлов (например, шпиндельных головок, зажимных элементов) и связано с датчиками, а четвертое предусмотрено для связи с системой обработки данных и оператором. Взаимодействие всех вычислительных устройств (ЭВМ) обеспечивается благодаря общим областям памяти машин. Такая структура позволяет осуществлять необходимые функции параллельно и одновременно. Несмотря на автоматизацию процесса обработки измерений и контроля с помощью датчиков большое внимание уделяется управлению и контролю с пульта оператора. Наряду с функциями, осуществляющимися автоматически, без вмешательства оператора, реализуется управление станком вручную для достижения его универсальности.

Оператор имеет возможность получить в любое время информацию о процессе обработки для того, чтобы в особых случаях можно было вмешаться в автоматически протекающий цикл работ, регулируя и изменяя его. Для этого предусматриваются простейшие решения, позволяющие оператору вносить соответствующие изменения в цикл обработки без детальных знаний команд и последовательности действий, вырабатываемых ЧПУ. Колесотокарные станки оборудуются устройством графического изображения информации,

облегчающей работу оператора. Переключатель, предназначенный для выполнения функций управления, снабжен пояснительным текстом, входные данные могут быть изменены после ввода. Таким образом, станки с ЧПУ в сочетании с тщательно разработанной и примененной программой позволяют сочетать гибкость станка с ручным управлением с производительностью станка-автомата при сохранении простоты обслуживания.

Одной из важнейших функций при автоматической обточке колесных пар является удаление стружки. Станок для обточки должен иметь шахту для падающей стружки с размерами по длине и ширине, соответствующими размерам колесной пары, чтобы ничего не препятствовало свободному падению стружки. Места обработки колесной пары закрываются с обеих сторон защитными крышками. Защищенный от попадания стружки оператор может контролировать работу станка. Удаление стружки из углубления под основанием станка осуществляется при помощи транспортеров различной конструкции. Благодаря такой системе удаления стружки, а также гладким поверхностям всех покрытий (защитных и пр.) обеспечивается ее безупречное и безотказное функционирование, уменьшаются расходы на содержание станков для обточки колесных пар.

Последовательность технологических операций при обточке колесной пары по профилю катания и сводная ведомость по затратам времени приведены в таблицах А.14 и А.15.

Режущий инструмент в сочетании с автоматическим контролем за его состоянием является необходимым условием для производительной работы с небольшим количеством обслуживающего персонала. В качестве классического магазина с максимально быстрой сменой инструментов используется дисковая револьверная головка, вмещающая инструменты для обработки поверхностей катания, гребней колес торцовых поверхностей; для среза заусенцев при чистой обработке ободов. В зависимости от комплектации предусматривается, например, до восьми профильных инструментов, обеспечивающих возможность обработки от 16 до 60 колесных пар, при этом смена инструментов не требуется. В противоположность классическим металлорежущим станкам револьверная головка служит в этом случае в большей степени как накопитель режущих инструментов при профильной обработке, чем магазин различных инструментов. Для обеспечения непрерывной работы, особенно при многостаночном обслуживании, необходимо обеспечивать автоматическую подачу колесных пар из накопителя. Число находящихся в накопителе колесных пар должно составлять, например, 3–4 при работе двух станков или обработке при кратковременном отсутствии оператора. Наиболее экономичным решением вопроса являются взаимосвязанные, передающие друг другу колесные пары, отдельные накопители. Обработка колесных пар в течение длительного времени в автоматическом режиме требует наличия накопителей, например, вмещающих до 10 колесных пар, с общей системой транспортировки.

5.8 Сварочные и наплавочные работы при ремонте колесных пар

На элементах колесных пар разрешается: наплавка изношенных гребней цельнокатаных колес на автоматических и полуавтоматических установках под слоем флюса; заварка вручную разработанных центровых отверстий и отверстий для болтов стопорных планок; ремонт сваркой резьбы М110х4.

Наплавку изношенных гребней разрешается производить только у цельнокатаных колес на сварочных автоматах или полуавтоматах под слоем флюса электродной проволокой СВ–08ГА или СВ–10ГА диаметром 2 мм. Ручная наплавка запрещается. Использование проволоки СВ–08ГА обеспечивает твердость наплавленного металла около 200НВ. Применение ржавой, загрязненной проволоки, а также проволоки неизвестной марки не допускается. Марка сварочной проволоки определяется по бирке на бухте проволоки или ее химическим анализом. Флюс применяется стандартной марки АН–348А или ОСЦ–45 мелкой грануляции с величиной зерен от 0,25 до 1,6 мм. Применение отсыревшего флюса не допускается. Отсыревший флюс необходимо перед употреблением прокалить при температуре 200–300 °С. Режим сварки представлен в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Режим сварки при наплавке гребней колес колесных пар

Наименование	Режим сварки на дуге	
	первой	второй
1 Скорость подачи электродной проволоки диаметром 2 мм, м/ч	120	198
2 Ток, А	160–200	260–300
3 Напряжение дуги, В	34–38	34–38
4 Скорость наплавки, м/ч	20	–
5 Вылет электрода, мм	25–27	25–27

Гребень и поверхность катания цельнокатаного колеса перед наплавкой тщательно очищается и осматривается. При обнаружении плен, трещин, надрывов и других дефектов наплавка не разрешается. Работы выполняются в закрытом помещении при температуре не ниже 5 °С. Изношенные гребни наплавляются одновременно двумя электродами на постоянном токе при прямой полярности: «+» на колесной паре и «–» на электродах. Перед наплавкой колесная пара устанавливается на стенде в вертикальном положении вверх колесом, подлежащем наплавке. Места наплавки следует очистить до металлического блеска. Электроды устанавливаются наклонно под углом 20–30° к вертикали. Расстояние между первым и вторым электродами составляет 50 мм, а смещение второго электрода по отношению к первому – 1,5–2 мм.

После установки электродов открывают заслонку и засыпают первый электрод флюсом. Процесс наплавки начинают одной дугой (первой). После наплавки участка длиной 50 мм зажимают подающий механизм второй дуги, и начинается процесс наплавки двумя дугами. Раздельное включение дуг

необходимо для того, чтобы исключить непосредственное действие второй, более мощной, дуги на основной металл. Наплавка подрезанного гребня должна производиться не менее чем в четыре прохода, при этом три слоя валиков накладываются по гребню, а четвертый, отжигающий, – по наплавке. Наложение отжигающего валика выполняется одной дугой на режиме второй дуги. По окончании наплавки гребня, удаления флюса и шлаковой корки наплавленный металл и весь гребень необходимо тщательно осмотреть и равномерно охладить в цехе до температуры окружающей среды.

Наплавленные вагонные колесные пары должны выкатываться из помещений в холодное время только после полной механической обработки и не менее чем через 20 часов после наплавки гребня.

Заварка центровых отверстий и отверстий для болтов стопорных планок производится электросваркой электродами марки Э-42. Перед заваркой отверстия тщательно очищают от ржавчины, грязи и масла. Заварка отверстий осуществляется наложением круговых валиков электродом, наклоненным под углом 30–40° к стенке. После заварки засверливают новые отверстия и нарезают резьбу.

Наплавка резьбовой части осей. Некоторые колесные пары, поступающие в ремонт, имеют механические повреждения или значительные нарушения резьбовой части осей. Типовая норма времени на отточку (срезание) резьбы на оси колёсной пары представлена в таблице Б.3.

Восстановлению наплавкой подлежат оси с поврежденной резьбой, входящей за следующие пределы: наружный диаметр – 108,7–110,0 мм; средний – 107,4–108,0 мм; угол вершины профиля – 55–65°.

Перед наплавкой колесную пару обмывают, расформируют, а дефективную часть оси обтачивают на токарном станке под диаметр 105,5 мм. Наплавка производится при температуре воздуха не ниже +5 °С под слоем флюса АН-348АМ электродной проволокой марки СВ-18ХМА или СВ-0,8А диаметром 1,6 мм, применение других марок проволоки запрещается. Наплавку осуществляют током 180–220 А, напряжением 24 В при подаче электродной проволоки со скоростью 78 м/ч и частоте вращения оси 0,7 мин⁻¹. Используется постоянный ток обратной полярности. Наплавку производят в два слоя. После наплавки диаметр резьбовой части должен быть не менее 112 мм. Наплавленная часть оси подлежит обтачиванию и нарезанию или накатыванию резьбы М110×4. Типовая норма времени наплавки резьбовой части оси приведена в таблице Б.13, а типовая норма времени на отточку и нарезку резьбовой части оси после наплавки представлена в таблице Б.4.

Каждая вагонная ось с резьбовой частью, восстановленной наплавкой, регистрируется в журнале формы ВУ-53.

5.9 Дефектоскопия и измерение вагонных колесных пар

Отремонтированные колесные пары поступают на площадку выходного контроля, где их окончательно осматривают, измеряют элементы, дефектоскопируют и клеймят.

Для измерения колесных пар используют комплект измерительного инструмента и шаблонов: штангенциркуль для измерения по кругу катания диаметра колес; штихмас для замера расстояния между внутренними гранями колес; шаблон для проверки профиля колеса; толщиномер для определения обода колеса; шаблон или кронциркуль для измерения ширины обода; прибор для измерения расстояния от торца оси до внутренней грани колеса; микрометрические скобы, микрометр и кронциркуль для замера диаметров всех частей оси; резьбовые калибры-кольца и пробки для контроля резьбовой части шейки оси и отверстий для крепительных болтов; шаблоны для проверки галтелей, для проверки зарезьбовой канавки, паза под стопорную планку центровых отверстий оси; шаблон для определения проката и износа гребня обода колеса.

Дефектоскопию вагонных колесных пар осуществляют магнитопорошковым и ультразвуковым методами [27]. Дефектоскопированию подвергают шейки, предподступичные, подступичные и средние части осей колесных пар вагонов. Результаты контрольной проверки осей дефектоскопами регистрируются в журнале колесного цеха (участка).

Допускаемые размеры колёсных пар и их элементов при выпуске вагонов из всех видов ремонта приведены в таблице А.17.

5.10 Окраска колесных пар

С целью предохранения от коррозии и улучшения условий для определения неисправностей каждая вагонная колесная пара, принятая после формирования, освидетельствования с распрессовкой элементов или полного освидетельствования должна быть окрашена краской черного цвета на олифе, лаком или эмалью [7]. Подлежат окраске: средняя часть оси; колеса (окраска ободов запрещена); места соединения лабиринтного буксового кольца с предподступичной частью, а также подступичная часть между лабиринтным кольцом и колесом у колесных пар для роликовых подшипников после монтажа букс. Особенно тщательно необходимо выполнять окраску оси в местах ее соединения со ступицей колеса с внутренней стороны колесной пары. Дополнительными признаками ослабления насадки ступицы колеса являются выступления ржавчины или масла у ступицы, трещина окраски по всему периметру в соединении оси со ступицей. Используется для покрытия элементов колесных пар краска черного цвета на олифе, лак или эмаль марок ХВ1100, ХВ-10, ХС-010, ХС-119, ПФ-115. Шейки осей вагонных колесных пар, отправляемых с вагоноремонтных предприятий на линию, покрывают антикоррозийной обмазкой различных составов (например, смесью краски с машинным маслом и пр.) и защищают от повреждений предохранительными щитками.

5.11 Учётные и отчётные формы по колёсным парам

В каждом пункте ремонта и формирования колесных пар должны вестись книги, журналы, ведомости по учету, ремонту и освидетельствованию колесных пар по установленным формам.

В колесных цехах ВРЗ и вагонных депо ведутся следующие формы учета и отчетности по колесным парам:

- журнал учета периодических проверок и клеймения шаблонов, мерительного и контрольно-поверочного инструмента и приборов, применяющихся при осмотре, освидетельствовании и ремонте колесных пар формы ВУ-40;
- акт-рекламация о забраковании вагонов и их частей, не выдержавших гарантийного срока формы ВУ-41;
- пересылочная ведомость на отправку колесных пар в ремонт и из ремонта формы ВУ-50;
- натурный колесный листок формы ВУ-51;
- журнал колесного цеха формы ВУ-53;
- журнал учета наличия, оборота и ремонта колесных пар формы ВУ-54;
- отчет о наличии, обороте и ремонте вагонных колесных пар;
- журнал учета запрессовки колесных пар;
- журнал монтажа букс с роликовыми подшипниками формы ВУ-90;
- журнал осмотра роликовых подшипников формы ВУ-91;
- журнал промежуточной ревизии букс с роликовыми подшипниками формы ВУ-92;
- журнал текущего ремонта роликовых подшипников формы ВУ-93;
- акт на исключение из инвентаря колесных пар вагонов формы ВУ-89.

6 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЕМОНТА КОЛЕСНЫХ ПАР. ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Выполнение производственного процесса ремонта колесных пар связано с использованием различного специализированного оборудования.

Проверка основных размеров вагонных колесных пар может производиться автоматически на измерительных стендах. Существуют различные конструкции измерительных стендов, отличающиеся количеством производимых измерений и методами их выполнения. Известны измерительные стенды конструкции Приволжской железной дороги с электроконтактными измерительными датчиками, Уральского электромеханического института инженеров железнодорожного транспорта с измерительными преобразователями трансформаторного типа. На стенде «Хегеншайдт» выполняют измерения с помощью семи проекционных светолучевых систем, каждая из которых состоит из источника света, объектива, комплекта зеркал и светового измерительного экрана [15].

Применяемая для **обмывки колесных пар** однокамерная моечная машина имеет камеру в виде усеченной пирамиды, внутри которой размещены моечные гидранты. Входная и выходная двери камеры открываются и закрываются одновременно с помощью пневматического привода и системы тросов. Колесная пара подается в камеру и устанавливается на опорные ролики механизма вращения. Система обмыва выполнена в виде одной или нескольких изогнутых по контуру колесной пары труб с неподвижными или качающимися струйными насадками. Колесную пару обрабатывают горячим моющим раствором, затем ополаскивают горячей водой. Загрязненный раствор попадает в сточный резервуар и, пройдя очистку через гидроциклон, используется вновь. Полное время обмывки колесной пары – 9–10 мин.

Нашли применение двухзонные моечные машины, требующие некоторого увеличения производственной площади для своего размещения. Каждая камера оснащена гидрантом с качающимися соплами. В первой камере происходит обмывка 0,5%-м раствором каустической соды при температуре 80 °С и давлении 1 МПа, во второй – обмывка горячей водой.

Применяют такие машины, в которых используется горячая или холодная вода под давлением. Частота вращения колесной пары – 1,5 мин⁻¹. Машина оборудована устройством для вкатывания и выкатывания колесной пары. Давление воды – 4 МПа, время обмыва – около 4 мин.

Для проведения **магнитной дефектоскопии колёсных пар** используются неразъёмный типа МД-12ПЭ и разъёмный типа МД-13ПР дефектоскопы.

Неразъёмный дефектоскоп типа МД-12ПЭ применяют для проверки шеек и предподступичных частей осей сформированных колёсных пар методом магнитопорошкового контроля (рисунок 6.1, таблица 6.1).

Намагничивающее устройство дефектоскопа выполнено в виде эксцентричного соленоида с рабочим отверстием диаметром 235 мм. В корпусе соленоида с одной из сторон катушки помещен плоский кольцевой магнитопровод. Эксцентричный соленоид создает несимметричное магнитное поле. При проведении контроля детали осматривают со стороны, противоположной магнитопроводу (на этой стороне соленоида имеется тумблер для его включения).



Рисунок 6.1 – Неразъёмный дефектоскоп МД-12ПЭ

Таблица 6.1 – Технические характеристики неразъемного дефектоскопа МД-12ПЭ

Параметр	Значение
Диаметр рабочего отверстия соленоида, мм	235
Масса намагничивающего устройства, кг, не более	9
Потребляемая мощность, кВт, не более	1,85
Амплитудное значение напряженности магнитного поля намагничивающего устройства без контролируемой детали, в центре рабочего отверстия, А/м, не менее	12000
Напряжение питания, В	220
Эффективное значение тока намагничивания дефектоскопа при номинальном напряжении сети с включенным намагничивающим устройством без контролируемой детали, А, не менее	36
Габаритные размеры блока управления, мм	275×520×320
Габаритные размеры намагничивающего устройства, мм	536×60×420
Масса блока управления, кг, не более	45
Длина сетевого кабеля, м, не менее	5
Длина соединительного кабеля, м, не менее	10

Разъёмный дефектоскоп типа МД-13ПР (рисунок 6.2) предназначен для обнаружения поверхностных поперечных трещин средней части осей вагонных колесных пар при неразрушающем контроле магнитопорошковым методом.

Магнитный дефектоскоп позволяет производить контроль осей при намагничивании их приложенным продольным магнитным полем соленоида 13ПР, питаемого переменным током частотой 50 Гц. Возможность выявления дефектов основана на явлении притяжения частиц магнитного порошка в местах выхода на поверхность магнитного потока, связанного с наличием в контролируемой детали нарушений сплошности. Допускается использование дефектоскопа для контроля других деталей из ферромагнитных материалов.

Дефектоскоп состоит из блока управления и блока контроля с разъемным соленоидом (рисунок 6.3).

Блок управления предназначен для подключения блока контроля к сети 220 В (50 Гц). На лицевой панели блока управления расположены стрелочные индикаторы напряжения сети и намагничивающего тока, выключатели сети и переносного светильника на 12 В.



Рисунок 6.2 – Разъёмный дефектоскоп МД-13ПР

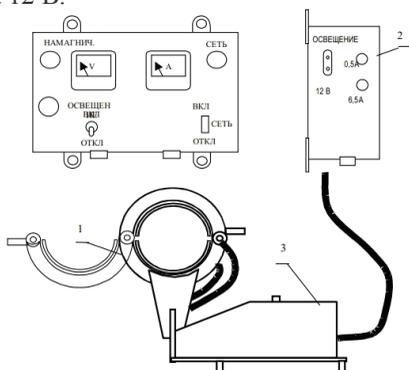


Рисунок 6.3 – Схема разъемного дефектоскопа МД-13ПР: 1 – разъёмный соленоид; 2 – блок управления; 3 – блок контроля

Таблица 6.2 – Технические характеристики разъемного дефектоскопа МД-13ПР

Параметр	Значение
Эффективное значение тока намагничивания без контролируемой детали при номинальном напряжении сети, А, не менее	1 320
Потребляемая мощность, кВт·А, не более	4
Напряжение/частота, В/Гц	220/50
Габаритные размеры блока управления (ДхШхВ), мм, не более	395×166×340
Габаритные размеры блока контроля (ДхШхВ), мм, не более	860×350×820
Масса блока управления, кг, не более	14
Масса блока контроля, кг, не более	82
Масса соединительного кабеля, кг, не более	8

Проверка гребня, обода и диска колеса производится с применением устройств сканирования (например УСК-4 приведенный на рисунке 6.4).

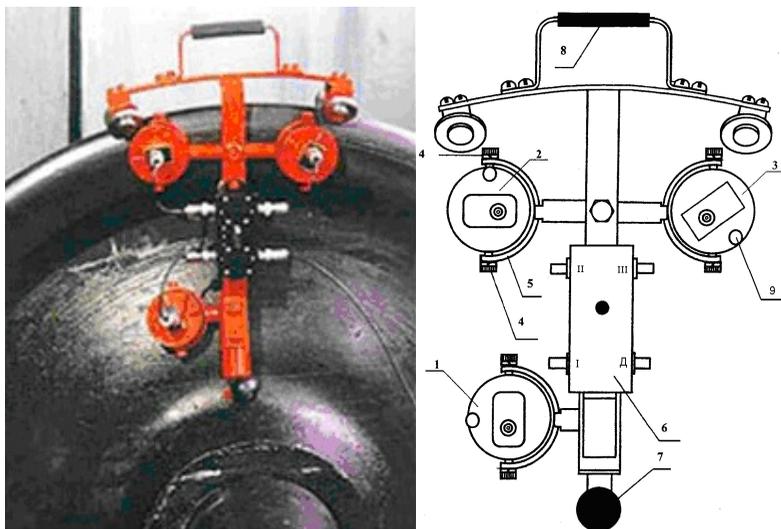


Рисунок 6.4 – Общий вид и структура устройства сканирования колёс УСК-4:

1 – кассета с ПЭП-1 (П121-1,25-90°); 2 – кассета с ПЭП-2 (П121-2,5-40°); 3 – кассета с ПЭП-3 (П121-2,5-50°); 4 – осевой винт; 5 – скоба; 6 – коммутатор; 7, 8 – ручки; 9 – фиксатор

Устройство УСК с дефектоскопом позволяет выявлять следующие дефекты:

- в диске колеса – поверхностные трещины раскрытием 0,05 мм и более, глубиной 2 мм и более, протяженностью 10 мм и более;
- в ободе и наплавке гребня колеса – отколы, поперечные трещины и сетки термических трещин, а также несплавления, трещины и включения в наплавке гребня.

Примеры карт эскизов при контроле обода и гребня колеса устройством сканирования УСК-4 приведены на рисунках 6.5 и 6.6.

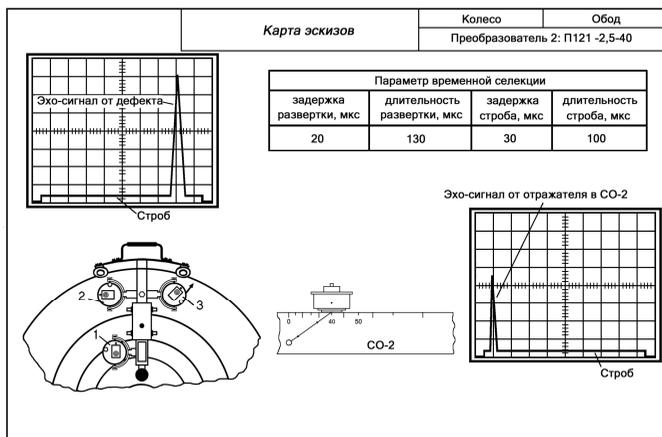


Рисунок 6.5 – Карта эскизов при контроле обода колеса

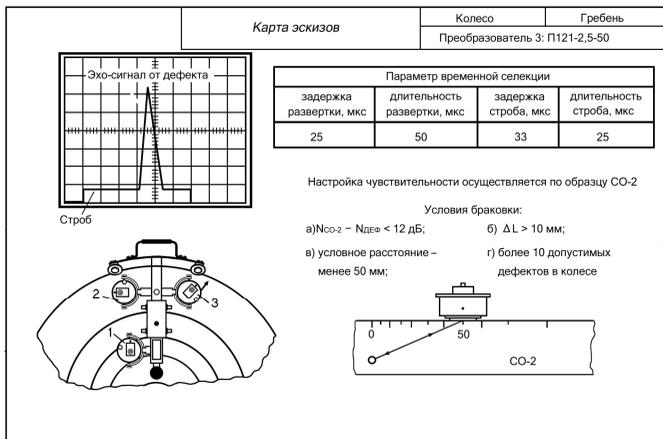


Рисунок 6.6 – Карта эскизов при контроле гребня колеса

Сканеры применяются при ультразвуковом контроле совместно с типовыми ультразвуковыми дефектоскопами (УД2-70, УДС-32, УДС2-52 и пр.) на стендах для осмотра и освидетельствования колёсных пар. Для получения объективного документа ультразвукового контроля (протокол контроля колёс и осей) колёсных пар применяются устройства УР-1 (контроль колёс) и УР-2 (контроль осей), которые предназначены для работы как с дефектоскопом УД2-12, так и с дефектоскопом УДС2-32.

На рисунках 6.7, 6.8 представлены общий вид дефектоскопа УД2-70 и изображение его экрана.



Рисунок 6.7 – Ультразвуковой дефектоскоп УД2-70

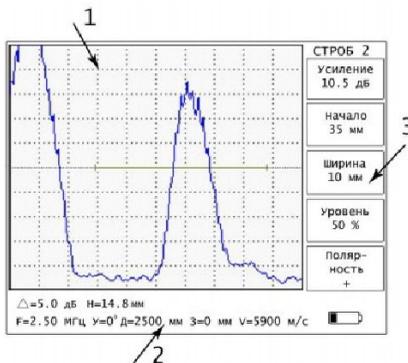


Рисунок 6.8 – Экран ультразвукового дефектоскопа УД2-70:

1 – центральная часть экрана, на которую выводится сигнальная информация; 2 – рабочее меню; 3 – информационная зона

Прибор обнаруживает дефекты в диапазоне от 2 до 5000 мм с шагом 1 мм с указанием их координат. Режимы контроля: эхоимпульсом, зеркально-

теневого и теневой. Масса дефектоскопа в 3,5 раза (2,3 кг) ниже по сравнению с УД2-12. Отображение полученных данных осуществляется на цветном дисплее с высоким разрешением, возможен обмен данными контроля с компьютером.

Для **контроля гребней колёс** после их наплавки и обточки также может использоваться метод контроля проникающими веществами. Применяемые для этих целей жидкости (керосин, дизельное топливо и др.) имеют различную проникающую способность, т.е. способность заполнять полости дефектов, открытых с поверхности. Технологический процесс осуществляется в следующем порядке:

- очистка поверхностей, подлежащих контролю;
- нанесение на поверхность проникающей жидкости (смачивание);
- удаление излишка проникающей жидкости ветошью;
- нанесение проявителя (порошки – мел, тальк, суспензии – раствор извести);
- выдержка во времени и осмотр.

Если на поверхности была трещина, то проявитель впитает в себя проникающую жидкость, находящуюся в дефекте, и изменит свой цвет.

Промышленностью производятся проникающие жидкости марки К (красного цвета) и проявитель марки М (белого цвета). Область применения $\pm 50^\circ\text{C}$.

Классификация капиллярных методов контроля основана на свето-колорических особенностях индикаторных следов. По этому признаку они подразделяются на три основных метода: цветной, люминесцентный и люминесцентно-цветовой.

Люминесцентный метод основан на способности некоторых веществ (керосин, ЛЮМАГПОР-5) проникать в поверхностные дефекты и светится после облучения УФ-лучами в затемнённом помещении.

При *цветном* методе дефекты выявляются по цветному индикаторному следу над дефектом, так как краситель, входящий в состав проникающей жидкости, обладает избирательным отражением части видимого света.

Люминесцентно-цветной метод является комбинацией цветного и люминесцентного методов.

Для контроля цельнокатаных колёс с толщиной обода менее 40 мм используются **дефектоскопы** ВД-213.1 (ВД-113.5, ВД-113), ВД-12НФМ (ВД-12НФ), ВД-15НФМ (ВД+15НФ), реализующие вихретоковый метод контроля. Данный метод предназначен для выявления поверхностных дефектов (закалочных и усталостных трещин).

Конструктивно вихретоковый дефектоскоп состоит из двух узлов: электронного блока (собственно дефектоскоп) и вихретокового преобразователя. Вихретоковый преобразователь – катушка индуктивности, подключаемая к источнику переменного тока. Этот ток создаёт вокруг катушки переменное магнитное поле, которое наводит в самой катушке ЭДС самоиндукции.

При размещении вихретокового преобразователя на поверхности детали его переменное магнитное поле возбуждает в поверхностном слое материала детали вихревые токи на площади, сопоставимой с формой катушки.

Вихревые токи детали создают собственное переменное магнитное поле, которое возбуждает в катушке вихретокового преобразователя ЭДС (стороннюю ЭДС). Складываясь, обе ЭДС самоиндукции и сторонняя ЭДС создают результирующее магнитное поле, которое на дефектных и бездефектных поверхностях имеет различную величину и, измеряя его амплитуду и фазу, судят о наличии дефекта.

Вихретоковому контролю у цельнокатаных колёс подвергаются следующие зоны:

- наружная поверхность обода на расстоянии 5–8 мм от фаски;
- внутренняя поверхность обода на расстоянии 5–8 от внутренней кромки обода;
- приободная зона диска с внутренней стороны колеса (ширина зоны 80 мм);
- зоны перехода от диска к ступице с наружной стороны колеса (ширина зоны 80 мм);
- ступицы на расстоянии 5–8 мм от кромки по образующей ступицы и по её торцу с внутренней стороны ступицы;
- зона вокруг клейма наружной грани обода;
- гребень (вершина, наклонная грань и зона перехода к поверхности катания).

Общий вид дефектоскопа ВД-213.1 и его основные технические характеристики приведены на рисунке 6.9 и в таблице 6.3.



Рисунок 6.9 – Дефектоскоп ВД-213.1

Таблица 6.3 – Технические характеристики дефектоскопа ВД-213.1

Параметр	Значение
Выявляемые трещины и волосовины, мм: шириной, более длиной, более глубиной, более	0,002 3 0,07
Максимальная шероховатость контролируемой поверхности R_z	320
Напряжение питания от аккумуляторной батареи, В	9,6
Ток потребляемый, мА, не более	50
Продолжительность непрерывной работы дефектоскопа без подзаряда аккумуляторной батареи, ч, не менее	12
Габаритные размеры, мм, не более	220×110×50
Масса, кг, не более	1,1

В России создан автоматизированный комплекс «Пеленг-автомат» для контроля колёсных пар вагонов, предназначенный для обнаружения и реги-

страции недопустимых дефектов РД 07.09-97: в ободе, диске и гребне колеса; в осях типа РУ1 и РУ1Ш (при отсутствии колец подшипников на шейке оси; при наличии указанных колец; без разборки буксового узла – со снятыми крышкой и торцевым креплением). Комплекс позволяет исключить влияние человеческого фактора и уровня квалификации исполнителя на качество контроля; автоматически формировать, систематизировать и хранить протоколы контроля всех проверенных колёсных пар.

Для **распрессовки колесных пар** применяют старотипные и типовые прессы. К *старотипным* относятся прессы зарубежных фирм «Кеклей», «Вумаг», «Дортмунд», «Банинг», «Атлас» и др., а также прессы модели П447 Краматорского машиностроительного завода и Одесского завода прессов, к т и п о в ы м – гидравлические горизонтальные прессы одностороннего действия моделей П6738А и ПА6738, выпускаемые Одесским производственным объединением «Прессмаш». Малогабаритный гидравлический пресс для выполнения только операций расформирования колёсных пар вагонов разработан ГУП «Рефсервис» – МПС. Его производительность – две колёсные пары в час, рабочее давление в гидросистеме до – 300 МПа. Технология механической разборки с помощью прессы приводит к частым механическим повреждениям поверхностей сопряжённых с натягом деталей. На подступичных частях осей могут возникать задиры, царапины. Необходимо всемерное совершенствование технологического процесса расформирования соединений колёсных пар (например, использование тонкослойных покрытий, индукционного нагрева охватывающей детали соединения, реализация гидропрессования с использованием гидрораспора от высокого давления рабочей жидкости в зоне сопряжения и пр.).

Для запрессовки колес применяют те же прессы, что и для распрессовки, а также типовые прессы одностороннего и двухстороннего действия моделей П6738 и П0135, выпускаемые Одесским производственным объединением «Прессмаш». Типовой гидравлический пресс одностороннего действия содержит переднюю неподвижную стойку, передвижную балку с грузоподъемным механизмом, верхнюю штангу, заднюю неподвижную стойку, подвижную траверсу, нижнюю штангу, приспособление для распрессовки, плунжер, электродвигатель и насос. Для записи диаграмм процесса запрессовки пресс оборудуется самопишущим манометром (индикатором), а для визуального контроля усилий – рабочим манометром. Распрессовочный пресс оборудуется только рабочим манометром, на шкале которого нанесена контрольная черта, соответствующая максимально допускаемому усилию по конструкции прессы. В тех случаях, когда распрессовку выполняют на том же прессе, что и запрессовку, самопишущий и рабочий манометры должны быть выключены во избежание повреждений. Контроль за усилиями сдвига при этом осуществляют по второму рабочему манометру.

Пресс для запрессовки колесных пар П6738 (рисунок 6.10) представляет собой горизонтальную конструкцию, на основании которой закреплены две

вертикальные стойки, соединенные между собой двумя горизонтальными траверсами. Между стойками расположен подвижный упор, который при помощи клиньев жестко фиксируется на требуемом расстоянии от плунжера (поршня) в зависимости от длины детали. Перемещение подвижного упора осуществляется при помощи электродвигателя через червячную и зубчатую передачи. Подвижный упор, передняя стойка, горизонтальные траверсы и клинья-стопоры образуют законченную систему запрессовки.

Силовой плунжерный цилиндр расположен в передней стойке пресса. Для ускоренных перемещений плунжера предусмотрены два ускорительных цилиндра, связанных между собой и плунжером через траверсу. Конец плунжера (поршня) силового цилиндра, являющийся рабочим инструментом пресса, во избежание вмятин и быстрого износа защищен сменной стальной пятой. Работа пресса начинается с установки заготовки в рабочую зону. Усилием главного цилиндра осуществляется необходимая запрессовка или распрессовка. Упором для неподвижной части изделия служит подвижная траверса.

Для загрузки и поддержания изделий пресс снабжен механизмом загрузки в виде мостового крана с двумя электротельферами. Прессы оснащены самопишущим прибором для записи диаграммы давления по пути запрессовки в прямоугольных координатах. Гидравлические цилиндры, насос и гидроаппаратура смазываются рабочей жидкостью – маслом и не требуют специальных смазочных устройств. Подшипники упорной траверсы, тележки, а также направляющие втулки смазываются густой смазкой через пресс-масленки шприцем, входящим в комплект пресса. Редуктор привода перемещения упорной траверсы смазывается заливкой масла в корпус редуктора.



Рисунок 6.10 – Гидравлический пресс модели П6738

Управление прессом для запрессовки колесных пар П6738 – кнопочное, от главного пульта, расположенного на лицевой стороне передней стойки. Управле-

ние перемещением упорной траверсы и работой электротельферов осуществляется от соответствующих кнопочных станций. Прессы для запрессовки колесных пар П6738 работают в наладочном, ручном и полуавтоматическом режимах. При наладочном режиме настраивается контрольно-регулирующая электро- и гидроаппаратура. В ручном режиме производятся запрессовочные и распрессовочные работы с визуальным контролем длины и усилия прессования. Полуавтоматический режим позволяет производить работы с автоматическим сбросом давления и возвращением плунжера в исходное положение при достижении заданных усилия или длины запрессовки. Гидропривод пресса – индивидуальный масляный, монтируется на баке, устанавливаемом сзади пресса. При необходимости охлаждения масла гидропривода предусмотрена система охлаждения водой с давлением до 0,4 МПа (4 кгс/см²) и терморегулятором, позволяющим регулировать расход воды. Электроаппаратура размещена в шкафу, устанавливаемом в удобном месте, но на расстоянии не более 10 м от пресса.

Основные технические характеристики пресса П6738 приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Технические характеристики пресса П6738

Параметр	Значение
Номинальное усилие пресса, кН	6 300
Ход ползуна, мм	1 000
Номинальное давление рабочей жидкости, МПа	20
Скорость плунжера (поршня), мм/с при холостом ходе при рабочем ходе при обратном ходе	20–30 1,2–2,2 30–45
Наибольшее расстояние между торцом плунжера и упорной траверсой, мм	4 000
Величина регулировки расстояния между плунжером и упорной траверсой, мм	3 500
Наибольший диаметр напрессовываемого изделия, мм	1 600
Расстояние от оси пресса до уровня пола, мм	1 180
Суммарная мощность всех электродвигателей, кВт	25,2
Габаритные размеры станка (Д x Ш x В), мм	8330×3955×3595
Масса станка, кг	27 650

Кроме крупногабаритных прессов для расформирования колёсных пар грузовых и пассажирских вагонов в условиях вагонных депо могут использоваться специальные станды, например СКР-1.

Стенд СКР-1 (рисунок 6.11) по металлоемкости и занимаемой площади значительно меньше существующего оборудования. Состав станда: гидроцилиндр пресса с гидравлическим возвратом; плита задняя, стойка опорная, плита домкрата; устройство гидравлическое подъемно-поворотное; рама станда, шпильки си-

ловые; насосная станция с электроприводом, двухступенчатая, двухпостовая с электромагнитным управлением, с реле давления, дроссельное регулирование расхода. Основные характеристики стэнда приведены в таблице 6.5.



Рисунок 6.11 – Стэнд СКР-1 для расформирования колёсных пар вагонов

Таблица 6.5 – Технические характеристики стэнда СКР-1

Параметр	Значение
Максимальное усилие распрессовки, МН	До 6,18
Скорость перемещения: штока пресса, мм/с привода подъёмно-поворотного устройства, мм/с	2,52 40
Наибольший ход штока гидроцилиндра пресса, мм	365
Приводная мощность, кВт	7,5
Питающая сеть	380 В, 50 Гц, трёхфазная
Габаритные размеры (длина × ширина × высота × высота над уровнем пола), мм	3635×1798×1364×1064
Масса установки, кг	8 850

Для **обработки подступичных частей оси** на вагоноремонтных предприятиях применяют *универсальные токарно-винторезные станки*, оснащенные накатными приспособлениями; *типовые токарно-винторезные станки* модели 1М63 и 1А64 Рязанского станкостроительного завода и старотипные станки моделей 1Д63А, 163, 165, ДИП300 и зарубежных фирм «Вильман», «Вагнер», «Браун». Для этой же цели применяют специализированные токарно-накатные типовые станки модели КЖ-1842 КЗТС и старотипные модели АFD фирмы «Найльс». Для накатки подступичных частей осей используют *специализированные накатные станки* моделей КЖ-18М и КЖ-1843 КХТС, предназначен-

ные для совместного накатывания средних и подступичных частей. Применяются специализированные токарные станки моделей *Т0А-40Z* и *Т0А-40W* фирмы «Порбеа» для обработки подступичных частей осей.

Универсальные токарно-винторезные станки конструктивно схожи между собой. Каждый из них содержит станину, переднюю и заднюю бабки и суппорт. Со станиной неподвижно связана передняя бабка, имеющая коробку скоростей и главный электродвигатель. Коробка скоростей кинематически связана с коробкой подач. Подвижная по направляющим станины задняя бабка имеет выдвигную пиноль с центром и механический прижим для фиксации бабки к станине. Суппорт имеет продольную и поперечную каретки. Поперечная каретка суппорта снабжена верхними салазками, на которых смонтирован поворотный резцедержатель.

Станок модели КЖ-1842 состоит из станины, левой бабки с коробкой скоростей, снабженной электродвигателем, правой бабки с пинолью, снабженной гидроприводом. Он оснащен двумя суппортами, каждый из которых имеет индивидуальный электропривод продольных рабочих и ускоренных перемещений. На каждом суппорте установлены подвижные по своим направляющим передние и задние салазки. На передних салазках смонтирован поворотный роликосдержатель, оснащенный упрочняющим роликом и резцом. Задние салазки снабжены гидроприводом, роликосдержателем и роликом. Перемещение передних салазок каждого суппорта и подвод к детали резца и ролика осуществляют вручную посредством винта, а задних вместе с роликом – с помощью гидропривода. Последний совместно с регулятором давления обеспечивает не только перемещение салазок, но и создает необходимое усилие при накатывании, контролируемое манометром. Вращение оси от шпинделя передается с помощью патрона. Управляют станком с пультов, расположенных на суппортах.

Для **расточивания ступиц колес** применяют типовые и старотипные токарно-карусельные станки. К типовым относятся универсальные токарно-карусельные одностоечные станки моделей 153, 15316, 1531М, 1541, КС12, КС112, КС1125, а также станки зарубежных фирм: «Кинг» модели 52, «Найлс» модели *КD-1*, «Буллард», «Ракоши», «Ричардс». Современные токарно-карусельные станки выпускают фирмы «Рафамет», «Хегеншайдт» и «Фаррел».

Типовой токарно-карусельный станок модели КС412 состоит из станины, вертикально подвижной по направляющим станины поперечины, вертикального суппорта, горизонтально перемещающегося по направляющим поперечины стола, планшайбы, горизонтального суппорта, подвесного пульта управления. Станок имеет механизм перемещения поперечины, коробки подач вертикального и горизонтального суппортов. Для крепления колеса имеется три кулачка. Вертикальный суппорт оснащен револьверной головкой. В револьверной головке закрепляют: резцедержатель с резцом для подрезания торца ступицы колеса, борштангу с резцом для черновой и получистовой расточек отверстия и борштангу с резцом для чистой расточки отверстия и проточки нижнего и верхнего радиусных закруглений.

На рисунке 6.12 представлен общий вид станка модели КРС2791М-Н1 (разработчик ООО «Инженерная компания КОМПЛЕКС-ЦЕНТР-РОСТОК», изготовитель ООО «Ульяновский завод тяжёлых и уникальных станков»).



Рисунок 6.12 – Колесорасточной станок модели КРС2791М-Н1

При разработке данного станка было реализовано нестандартное компоновочное решение: обрабатываемая деталь остаётся неподвижной (главное движение выполняется инструментом). Для удобства загрузки и автоматизации уборки стружки колесо располагается вертикально.

Принятые компоновочные решения, высокая статическая и динамическая жёсткость обеспечивают очень высокие рабочие характеристики станка. Точность обработки повышается в 2–3 раза. Так, точность растачивания по диаметру составляет до $\pm 0,005$ мм. В сравнении

с традиционным оборудованием производительность работ повышается в 1,5–2 раза, а энергопотребление сокращается в 2 раза.

Для **обтачивания поверхности катания ободьев колес** колесных пар при их ремонте используют различные колесотокарные станки:

- *старотипные* моделей 936, 1936, 1A936 – КЗТС; *ITCH* и *ITCH / A* – «Рафамет»;

- *современные* моделей 1836, 1836А, КЖ-1836Б – КЗТС; *UBB112, UBB112/2, UBB112N, UBB140, UBB140/2, UBC150, UCB150, UCB125, UVB160, UGB150* – «Рафамет»; 165, 166, 167, 173, 263, 264, 273, 353р, 104, 105, 106 – «Хагеншайдт»; «Фаррел 50» и «Виломатик», 1К836Ф3, РТ 905Ф1.

Для примера рассмотрим станок модели 1К836Ф3 (рисунок 6.13) который имеет портальную компоновку, позволяющую прокатывать сквозь него колесную пару.



Рисунок 6.13 – Колесотокарный станок модели 1К836Ф3

Станина состоит из двух частей, соединенных в единый портал. Она представляет собой конструкцию коробчатой формы с прикрученными съемными направляющими для суппорта. Все направляющие, как для шпиндельных бабок, так и для суппортов – съемные, закаленные. Направляющие под бабки шлифуются в сборе со станиной. Направляющие под суппорт изготавливаются отдельно от станины и закрепляются готовыми на станине при сборке.

Бабки перемещаются по направляющим с помощью гидроцилиндров. Каждая бабка представляет собой чугунный корпус, снабженный направляющими. На каждой бабке смонтирован электродвигатель, приводящий во вращение шпиндель через зубчатые передачи.

Через весь шпиндель просверлены два осевых канала для подвода – отвода масла к кулакам. От канала отвода кулаков просверлен канал к отводу пиноли, чтобы разжим кулаков и отвод пиноли приходил через общий канал. Масло поступает к шпинделю через вращающийся подвод. В рабочем положении бабки фиксируются гидравлическими прихватами.

На вертикальных направляющих, расположенных в средней части станка, установлены правый и левый суппорты. Каждый суппорт обеспечивает обточку профиля одного колеса колесной пары, зажатой в центрах шпиндельных бабок, которые приводятся во вращение. Обточка выполняется по программе от системы ЧПУ. При обточке каждый суппорт перемещает резец по координатам X (поперечная) и Z (продольная) от высокомоментных электродвигателей через шарико-винтовые передачи. Каждый суппорт состоит из двух основных частей: каретки и салазок. Каретка перемещается по вертикальным направляющим станины с помощью высокомоментного электродвигателя, зубчато-ременной передачи и передачи винт-гайка качения, салазки – по горизонтальным направляющим каретки с помощью высокомоментного двигателя, зубчато-ременной передачи и передачи винт-гайка качения. На салазках размещены резцы и измерительные датчики для обмера профиля колеса и для базирования суппортов по торцу и диаметру колесной пары. Между суппортами на вертикальной площадке смонтирован центроискатель.

В нижней части станка смонтирована платформа с домкратом. При обработке колесной пары платформа повернута на 50° к горизонту, тем самым обеспечивается сход стружки в фундаментный проем, откуда она попадает на транспортер для уборки стружки.

Функциональные возможности станка:

- автоматическая загрузка и выгрузка колесной пары;
- автоматическое центрирование колесной пары относительно оси центров станка;
- определение износа колеса, оптимизация припуска на обработку и получение на дисплее пульта ЧПУ рекомендуемого диаметра обработки по кругу катания;

- обточка различных профилей поверхности катания колес из стали марки 1, 2, 3 по ГОСТ 10791 с твердостью 248–285 НВ, а также колес из стали марки Т по ТУ 0943-157-01124328-2003 с твердостью на глубине 30 мм от поверхности катания обода 320–360 НВ.

Высокая производительность достигается за счет автоматизации всех операций (включая установку колесной пары), замера профиля, назначения припуска, управления режимами обработки и съема обработанной детали. Станок оснащен современными средствами измерения обрабатываемого изделия. Замеры производятся перед обработкой для автоматического назначения припуска и после окончания обработки для контрольного замера параметров колесной пары. Измерительная система станка интегрирована с системой управления SINUMERIK 840Di фирмы SIEMENS. Управление при помощи системы ЧПУ обеспечивает высокую точность и производительность обработки любого из известных профилей, хранящихся в памяти системы.

Модель 1K836ФЗ является оборудованием нового поколения, оснащенным средствами сбора информации о состоянии колесного парка. Станок комплектуется стойкой промышленного компьютера. Данные контрольных замеров каждой колесной пары могут автоматически записываться в память и посредством компьютерной сети передаваться на сервер централизованной системы планирования для аналитической обработки. Сбор информации о состоянии колесного парка позволяет вести учет и планирование ремонтных работ подвижного состава.

Механическая часть станка разработана для выполнения высокопроизводительной обработки с максимальным использованием мощности привода при высоких требованиях к точности. Литая станина порталного типа обеспечивает статическую и динамическую жесткость и виброустойчивость. Суммарный крутящий момент шпиндельных бабок позволяет производить обработку с максимально возможной глубиной резания в режиме тяжелого токарного точения, что сокращает время обработки. Суппорты, управляемые от ЧПУ имеют в приводах подачи шарико-винтовые пары. Стабильная работа приводов подачи в широком диапазоне регулирования обеспечивается высокомоментными электродвигателями фирмы SIEMENS.

Зона резания станка во время работы закрыта. Защитное ограждение рабочей зоны автоматически открывается при загрузке и выгрузке колесной пары. Для обслуживания станка в процессе наладки ограждение рабочей зоны сдвигается, открывая доступ к узлам. Уборка стружки автоматизирована.

На станке установлена гидростанция фирмы Rexrot, работающая по схеме пониженного энергопотребления.

Станок комплектуется инструментальной оснасткой Sandvik для обработки колесных пар.

Все колесотокарные станки характеризуются совокупностью признаков, которые определяют их свойства:

- 1) компоновкой узлов:

- а) проходным типом в конструктивном исполнении: порталном, плоском, продольном;
- б) тупиковым типом в плоском исполнении;
- в) верхней загрузкой колесной пары в плоском исполнении;
- 2) числом суппортов (четыре, два, один);
- 3) расположением суппортов по отношению к обрабатываемой колесной паре (верхнее, боковое, нижнее);
- 4) принципом копирования профиля (механический, гидравлический, электрический, по заданной программе);
- 5) числом резцов на суппорте (один, два и более);
- 6) регулированием частот вращения шпинделя (ступенчатое, бесступенчатое);
- 7) направлением усилия воздействия кулачков планшайбы при закреплении колесной пары (осевое, радиальное);
- 8) регулированием подачи (ступенчатое, бесступенчатое);
- 9) управлением станком (оператором, полуавтоматическое, автоматическое по заданной программе);
- 10) способом задания программы обработки (машинно-ручной, посредством предварительного набора, автоматический, ручной);
- 11) измерением параметров колесной пары (полуавтоматическое, автоматическое, ручное).

Механическую обработку шеек и предподступичных частей осей колесных пар осуществляют на токарно-винторезных станках. В колесных цехах заводов и депо используют старотипные токарно-накатные станки моделей 1835 КЗТС, МК177С1 и МК177 завода «Красный пролетарий», станки моделей *TBC* и *XAC112* фирмы «Рафамет», «Беттс – Бриджфорд», а также типовые станки моделей КЖ-1840 КЗТС и ХАД112 фирмы «Рафамет».

Данные некоторых станков для обработки колесных пар и их элементов представлены в таблице А. 18.

Для **рационального использования в колесных цехах подъемно-транспортных средств** необходимо учитывать:

- особенности организации, программу ремонта и формирования колесных пар;
- характер транспортируемых изделий;
- тип и размеры зданий колесных цехов.

Подъемно-транспортные средства **д о л ж н ы о б е с п е ч и в а т ь**:

- заданный уровень механизации и автоматизации подъемно-транспортных работ;
- необходимую надежность и достаточную производительность;
- наиболее благоприятные условия труда;
- наименьшую стоимость перемещения колесных пар и их элементов;
- загрузку станков и накопителей и их разгрузку;
- перемещение колесных пар, колес и осей;

- транспортирование стружки и вспомогательных материалов.

Из всего многообразия подъемно-транспортных средств наибольшее применение в колесных цехах находят подъемно-транспортные машины периодического действия (грузоподъемные краны, монорельсовый и напольный транспорт) и вспомогательные устройства, такие, как захватные приспособления, стеллажи, поворотные устройства, наклонные пути для перемещения колесных пар, желоба и кассеты для колес.

При совместном использовании отдельных единиц технологического оборудования, создаются **поточные линии для ремонта колесных пар вагонов** на предприятиях железнодорожного транспорта, позволяя организовать ремонтные комплексы. Например, в состав комплекса, разработанного с участием известной фирмы «Рафамет», входят:

- моечная машина МСЦ-112 с системой оборотного водоснабжения для колесных пар рельсового транспорта;
- стенд для измерения колесных пар вагонов;
- пресс для монтажа и демонтажа буксовых роликовых подшипников колесных пар;
- оборудование для транспортировки колесных пар и их элементов: поворотные круги, накопители, выталкиватели, тележки поперечного перемещения колесных пар.

Моечная машина МСЦ-112 предназначена для очистки колесных пар от грязи и лакокрасочных покрытий. Обмывка осуществляется водой под давлением 6 МПа, грязь с колесных пар удаляют с помощью вращающихся и качающихся сопел. Средняя часть оси подвергается дефектоскопии, очищается стальными вращающимися щетками, совершающими возвратно-поступательное движение вдоль оси вращающейся колесной пары. В моечную камеру можно подавать колесные пары с роликовыми буксами и без них. Водяные резервуары могут быть установлены непосредственно у машины или за пределами производственного помещения. Колесные пары поступают в машину по рельсовому пути.

Моечная машина состоит из сварного металлического каркаса, механизмов перемещения дверей и вращения колесной пары, домкрата с толкателем, водонапорных сопел с механизмом перемещения, привода металлических щеток, гидроагрегата, ёмкостей для воды и электрошкафа с пультом управления. Рабочий цикл очистки автоматизирован, начиная с загрузки колесной пары в моечную машину и кончая выкаткой. Предусмотрена также возможность раздельного управления каждой операцией с пульта, находящегося у машины. В системе управления использованы необходимые блокировки и сигнализация о работе узлов машины. Колесная пара подается в моечную машину выталкивателем, расположенным на пути, когда подняты двери камеры и домкрат опущен. Поступление на домкрат колесной пары вызывает опускание двери и подъем домкратом до соприкосновения (с необходимым нажатием) вращающихся щеток со средней частью оси. Одновременно включается вращательное движение колесной пары, приводятся в движение водяные

сопла и подается холодная вода под давлением, а также включается вращение и возвратно-поступательное движение щеток. Длительность обмыва регулируется в пределах 6 мин в зависимости от степени загрязнения колесной пары. Производительность насоса 26 м³/ч. По истечении установленного времени обмыва колесной пары все агрегаты установки отключаются, двери камеры поднимаются, а домкрат опускается. В конце хода домкрата включается выгалькиватель, и колесная пара выкатывается из машины в сторону, противоположную подводящему пути. Общая установочная мощность электродвигателей моечной машины – 98 кВт. Камера имеет высоту 2850 мм, ширину 1820 мм, длину 2650 мм.

Технологический процесс ремонта колесных пар начинается с определения ее размерной характеристики, по которой устанавливается эффективный метод дальнейшей обработки. Эта операция выполняется на *специальном измерительном стенде ВЦС-112*. Применение стенда обеспечивает значительную экономию стали при обточке, для восстановления профиля колес колесных пар вагонов за счет автоматического определения оптимальных глубины и скорости резания. Стенд представляет собой современную измерительную установку с автоматическим циклом и записью результатов на регистрирующую ленту. На стенде можно, определять размеры колесных пар разных типов, причем благодаря применению фототранзисторных датчиков и импульсных преобразователей. Получаемые результаты носят объективный характер и не зависят от уровня подготовки обслуживающего персонала.

На стенде измеряют:

- расстояние между внутренними поверхностями ободов цельнокатаных колес, а также отклонения торцовых поверхностей ободов от вертикальной плоскости симметрии колесной пары;
- торцовое биение (неперпендикулярность) внутренних поверхностей ободов цельнокатаных колес;
- наибольший диаметр колес по кругу катания, который можно получить после обточки колесной пары;
- оптимальный припуск на обработку, снятие которого при обточке гарантирует получение установленного профиля поверхности катания с учетом выбоин, выщербин и т.д.

Обмер изношенных колесных пар позволяет получить необходимые данные для оптимизации процесса обработки поверхностей, т.е. для определения такой наименьшей глубины резания по поверхности катания колес, при которой обеспечивается их наибольший диаметр, а также для необходимого изменения расположения колес на оси с учетом средних величин их торцового биения.

Измерительный стенд представляет собой порталную конструкцию, позволяющую загружать колесные пары, которые поступают по подводящему пути, и удалять их по продолжению этого пути с другой стороны стенда. На плите основания стенда установлены колонны, соединенные поперечной балкой. В центре основания перпендикулярно оси подводящего пути помещен подъемник колес-

ной пары с фрикционным механизмом для ее вращения и с приводом от гидравлического сервомотора. Колесная пара поднимается для установки на стенде и в этом положении вращается, что необходимо при измерениях. Движение подъемника контролируется центрирующим механизмом, рабочее движение которого осуществляется при помощи двух гидравлических сервомоторов. В качестве базовых поверхностей для симметричной установки колесной пары используются опоры оси. Колесная пара крепится на стенде в центрах с прецизионными подшипниками. Две измерительные головки оснащены оптическим проектором, на экране которого с двукратным увеличением высвечиваются профили измеряемого и эталонного колес. На головках размещены датчики торцового биения ободов колес, сигналы которых передаются в соответствующие электронные системы и после усиления поступают в исполнительные органы – цифровой счетчик и печатающее устройство. Измерительные головки передвигаются соответственно в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Автоматический цикл работы измерительного стенда включает 14 операций. Каждую группу операций, в случае необходимости, можно повторить. На стенде можно определять возможности эксплуатации колесных пар без обработки. Управление измерительным стендом осуществляется с отдельного пульта.

Рельсовая система транспортировки колесных пар на технологической линии ремонта выполняет несколько функций: подачу колесных пар на рабочее место, перемещение их и накопление; перемену направления движения, отбор колесных пар по определенным параметрам (селекция). В комплект транспортных средств (устройств) входят: подающе-стопорные механизмы-выталкиватели, накопители (компенсационные сборники), поворотные платформы, тележки поперечной транспортировки колесных пар, пути селекционного отбора колесных пар по определенным параметрам. При соответствующей компоновке указанных устройств можно получить транспортную систему, которая впишется в любую технологическую линию ремонта колесных пар вагонов.

Стопорно-подающий механизм (выталкиватель) применяется для индивидуального обслуживания рабочих мест технологической ремонтной линии и является основным устройством в системе транспортирования. Этот механизм задерживает катящуюся по рельсам колесную пару, а затем, в нужный момент, придает ей начальное ускорение, необходимое для поступления к следующему рабочему месту или к другому транспортному оборудованию поточной линии. Выталкиватель ТР состоит из неподвижной и подвижной рамы, перемещающейся в вертикальном направлении и поднимающей колесную пару. После подъема колесная пара выталкивается из устройства по наклонным дорожкам, развивая необходимую скорость, обеспечивающую ей перемещение до следующей позиции. Выталкиватель работает автоматически по заданной программе, приводится в движение пневмоцилиндрами, надежен в эксплуатации, незначительно выступает над уровнем головки рельса. Номинальная грузоподъемность – 12,5 кН, высота подъема – до 100 мм, длительность цикла работы – 8 с.

Межоперационные запасы (склады-накопители) необходимы на технологических линиях ремонта колесных пар для устранения неравномерной их подачи на позиции обработки. Работа накопителя заключается в том, что он временно задерживает катящиеся колесные пары, а затем снова подает к последующим рабочим местам. Накопитель состоит из выгалькивателя ТР и модульных рам с рельсовыми путями, оснащенными стопорными башмаками. Рамы можно соединять для получения требуемой вместимости. Накопитель устанавливается на фундаменте с уклоном 2:100, что обеспечивает перемещение колесных пар, оснащен упорами, останавливающими колесную пару. Освобождение первого места выгалькивателем ТР вызывает отвод упоров, задерживающих следующую колесную пару. Таким образом, все колесные пары, находящиеся в накопителе, перемещаются поочередно на одно место вперед. Накопитель вмещает до 6 колесных пар, управление осуществляется с помощью общей системы поточной линии индивидуально.

Поворотная платформа ТО задерживает колесную пару, поворачивает ее в требуемом направлении для дальнейшего движения, выкатывает колесную пару на путь накопления или на последующее рабочее место. Платформа через опорные ролики устанавливается на каркас сварной конструкции из металлопроката, приводится во вращение от отдельного электродвигателя, оснащена выгалькивателем ТР. Поступившая на платформу колесная пара задерживается стопорно-подающим механизмом. По команде включается механизм поворота, и платформа с колесной парой поворачивается до положения, в котором ее рельсовый путь становится соосным с тем, куда необходимо подать колесную пару. Механизм остановки платформы включает выгалькиватель, удаляющий колесную пару, после чего платформа возвращается в исходное положение. Цикл работы платформы выполняется автоматически, угол поворота платформы составляет 270° , из них 90° – влево и 180° – вправо. На 90° платформа поворачивается за 12 с, мощность приводного электродвигателя 0,8 кВт.

Для поперечного перемещения колесных пар относительно продольного пути цеха или накопителя применяются транспортные тележки ТВ. Тележка может перемещать и выгружать колесные пары на выбранный путь; совместно с комплектами транспортных устройств может выполнять функции распределения потока колесных пар в системе технологической линии; пригодна также для межцехового транспорта, особенно в мертвых зонах мостовых кранов и других грузоподъемных устройств. Состоит тележка ТВ из платформы с четырьмя опорными колесами, которые перемещаются по специальному пути; тяговый механизм передвижения приводится электродвигателем с редуктором. На тележке смонтирован пневмоцилиндр для удаления колесной пары. Управление движением тележки может быть автоматизировано при ее работе по заданной программе. Ширина колеи тележки 1000 мм, скорость передвижения – 0,25 м/с, общая мощность электродвигателей – 2,7 кВт. Описанные транспортные средства можно встраивать в автоматизированные по-

точные линии ремонта колесных пар с рациональным использованием производственных площадей вагоноремонтных предприятий.

Все технологические операции по механической обработке вагонных колесных пар и их элементов производятся резцами различных геометрических форм, размеров, характеристик твердых сплавов. Резцы выбирают в зависимости от состояния и конструкции станка, материала режущего инструмента и принятого режима обработки. При скоростном резании следует уделять особое внимание установке и хранению резцов на станке, качеству применяемого твердого сплава, правильному изготовлению державок для резцов, подготовке и напайке (креплению) пластин твердого сплава к державкам, заточке резцов и их доводке. Режущий инструмент затачивают на станках шлифовальными кругами из карборунда при непрерывном охлаждении (например, 5–10%-м раствором соды в воде). При заточке резцов без охлаждения перегрев их не допускается. Заточенные резцы рекомендуется осматривать через лупу для выявления трещин в пластинах, проверять шаблонами размеры и углы, доводить режущие кромки на вращающемся чугунном диске пастой карбида бора и др. При установке чашечных и других твердосплавных пластин необходимо учитывать, что между посадочным выступом оправки и отверстием резца имелся зазор, компенсирующий разность температурных расширений твердого сплава и стали, из которой изготовлена оправка. Например, для чашечного резца отсутствие зазора 0,2 мм вызывает разрыв резца при нагреве в процессе работы.

Инструментальное хозяйство вагоностроительных и вагоноремонтных предприятий должно обеспечивать производство исправным и высокопроизводительным режущим инструментом, специальным мерительным инструментом и шаблонами. В производственных помещениях инструментального хозяйства должны быть: станки для заточки всех видов резцов (проходных, отрезных, чашечных и пр.), для алмазной доводки и притирки с корборундными пастами; наждачные точила; нагревательные устройства (например, электропечь, установка для индукционного нагрева и пр.) для напайки резцов и термической обработки деталей; горн кузнечный; молот электропневматический с массой падающих частей 0,75 кН; стенд для испытания наждачных кругов. Измерительный инструмент, различные шаблоны и резцы изготавливает инструментальная мастерская (цех), учет и периодическую проверку всего измерительного инструмента ведет бригадир или мастер. Заправку резцов осуществляет слесарь-заточник централизованным порядком по шаблонам с соблюдением рациональной геометрии резца, предусмотренной картой технологического процесса механической обработки детали. В инструментальном отделении должен быть запас абразивного инструмента (круги для заточки резцов, имеющих пластинки из твердого сплава, например, "Экстра", "Корборунд" зернистостью 120–150 и др.); шарошки для заправки абразивных кругов. По мере расходования этот запас должен пополняться.

7 ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТЫ КОЛЁСНЫХ ЦЕХОВ (УЧАСТКОВ)

7.1 Смазочное хозяйство

Долговечность и работоспособность оборудования колесных цехов (участков) обеспечивает правильная и своевременная смазка трущихся поверхностей контакта вращающихся и перемещающихся поступательно деталей механизмов и станков. В качестве смазок применяют **минеральные масла** с противозадирными присадками и консистентные смазки (минеральные масла, загущенные натриевыми и кальциевыми мылами и прочее). Марки смазки и режимы смазывания механизмов должны применяться согласно прилагаемым к оборудованию картам смазки и инструкциям. Допускается замена одних смазочных масел другими, при этом вязкость маслосмазочного материала должна быть равна или не превышать существенно вязкости основного (заменяемого) масла.

Устройства, используемые для смазки металлорежущих станков, подразделяются на две основные группы: одноточечные и многоточечные. По конструктивным особенностям смазочные устройства могут обеспечивать смазку трущейся пары периодически – с перерывами или автоматически – непрерывно. Автоматические смазочные приборы начинают подачу смазки с пуском станка и прекращают при его остановке, подача смазки к поверхностям трения может производиться без давления и под давлением. В устройствах, *работающих без давления*, подача масла осуществляется за счет силы тяжести смазки или капиллярности фитиля (капельные, фитильные, колпачковые масленки, пресс-масленки и прочие). Устройства, *подающие смазку под давлением*, снабжаются специальными масляными насосами различной конструкции (шестеренчатые, плунжерные и прочие). Масляные ванны и картерная смазка работают по принципу захвата из ванны и разбрызгивания смазки вращающимися частями механизма. Для наблюдения за уровнем смазки применяют специальные маслоуказатели наименьшего уровня. Лубрикаторы применяются для сма-

звания трущихся частей периодически действующих механизмов, а также механизмов, расположенных в недоступных для смазки местах. Механизм лубризатора состоит из одного или нескольких плунжерных насосов, приводимых в действие ручным или механическим способами.

Характерной чертой современного технического прогресса является широкое применение объемного гидропривода в машинах и механизмах, внедрение современных схем электропривода, использование гидроавтоматики в системах управления и электроники в приборах управления. Для эффективной эксплуатации машин и станков с гидравлическими приводами важное значение имеет улучшение их технического содержания. **Специфика технического обслуживания машин и станков с гидравлическими приводами** – это высокая точность изготовления деталей и составных частей технологического оборудования, разнообразие конструкций и их назначения, экономный расход смазочных материалов и рабочих жидкостей гидросистем (РЖГ). Необходимо правильно эксплуатировать оборудование с гидравлическим приводом, устранять потери масел и рабочих жидкостей, точно выполнять регламентные работы, собирать отработавшие масла РЖГ, регенерировать (очищать, восстанавливать) и использовать их повторно. Основной диагностический признак по техническому состоянию оборудования с гидроприводом, который следует определять в первую очередь, – это сорт, эксплуатационные свойства и температура РЖГ. Смешивание различных сортов масел и РЖГ недопустимо. Если на поступившие на предприятие нефтепродукты отсутствует сопроводительный паспорт или возникают сомнения в качестве продукта при сопоставлении с требованиями ГОСТа, то его следует проверить в лаборатории, предварительно отобрав пробу. На масло или РЖГ, не соответствующее стандарту, составляется акт, и поставщику предъявляется рекламация. От момента поступления на склад РЖГ до ее использования в гидросистеме проходит много времени, в течение которого рабочая жидкость неоднократно переливается из одной емкости в другую. Поэтому диагностика состояния РЖГ должно производиться на всех этапах: при приемке, хранении, выдаче и работе в машине. Различают два вида диагностирования: полное (устанавливают и сверяют с данными государственного стандарта основные характеристики РЖГ) и частичное (устанавливают степень ее загрязненности механическими частицами и водой). *Полное* диагностирование РЖГ проводят на этапах ее приемки на склад и выдачи для заправки оборудования, но не реже двух раз в году; *частичное* – при проведении очистки РЖГ в рамках технического обслуживания.

Подготовка нефтепродуктов (масел и специальных гидравлических жидкостей) предусматривает п р о в е р к и : наличия воды в РЖГ; содержания механических примесей (допустимый размер фракций абразива в РЖГ должен быть менее радиального зазора плунжерных пар в гидросистемах с аксиально-поршневыми насосами, появление значительного количества абразива с фрикционным составом, превышающим 17–34 мкм, приводит к аварийному износу поршня); вязкости РЖГ; температур застывания и вспышки; химической стойкости (сохранения свойств РЖГ

под влиянием кислорода воздуха, высоких температур и давлений); плотности в пределах $0,65-1,07 \text{ г/см}^3$ (определяют нефтенденсиметрами).

Вязкость подразделяется на динамическую, кинематическую и условную и определяется на соответствующих вискозиметрах. Влияние вязкости на эксплуатационные свойства нефтепродуктов весьма значительно, так как от нее зависят такие параметры, как потери на преодоление сил трения, скорость изнашивания, степень уплотнения сопряженных пар. Температура застывания играет важную роль для работы оборудования. При понижении температуры увеличивается вязкость масел и РЖГ, что может вызвать нарушение работы машин, станков и механизмов. Температурой вспышки масел называется температура, при которой пары масла, нагретые в определенных условиях, образуют с окружающим воздухом воспламеняющую смесь. Температура вспышки различных масел находится в пределах $130...300 \text{ }^\circ\text{C}$.

В результате воздействия кислорода, высоких температур и давлений интенсифицируются процессы лакоотложения, нагарообразования, осадков и коррозии. Эти явления способствуют ухудшению качества масла, вызывают возрастание скоростей изнашивания, нарушение тепловых режимов. Для оценки химической стойкости масел применяют показатели: кислотное число – равное числу миллиграммов КОН, необходимых для нейтрализации органических кислот, содержащихся в 1 г масла; зольность, характеризующая количество в масле несгораемых веществ; коксуемость, определяемая коксовым числом (процентное содержание кокса в навеске масла), характеризующая способность масла к образованию нагара.

Механические примеси и вода, попадающие в масло или образующиеся в виде нагара и осадков, повышают скорость изнашивания и могут привести к частичной или полной закупорке маслопроводов в технологическом оборудовании. Попадание воды в масло при эксплуатации металлорежущих станков – весьма распространенное явление. Некоторые масла при обводнении могут образовывать стойкие водно-масляные эмульсии, которые недопустимы в системах смазки и гидросистемах приводов оборудования, так как уменьшают вязкость масел и способствуют образованию коррозии деталей.

Для придания необходимых свойств смазочным материалам в масло добавляют *п р и с а д к и*: *вязкостные* – для повышения вязкости маловязких масел (например, вещества типа полиизобутилена, добавляемого к маслу в количестве до 5 %); *депрессаторы* – для снижения температуры застывания (например, присадки АЗНИИ–12, добавляемые в количестве 0,1–2% и препятствующие кристаллизации парафина); *антикислотные*, повышающие сопротивление масел окислению в процессе работы и хранения; антикоррозионные, нейтрализующие имеющиеся в маслах продукты, способные вызвать коррозию металлов, а также образующие на поверхности смазываемого металла тонкую прочную пленку, предохраняющую от коррозии (например, высокомолекулярные эфиры и кислоты, получаемые из продуктов окисления петролатума в растворе велосита; для получения антикоррозионного эффекта в масло добавляют 0,5–3 % присадок); *противоадгезивные*, которые состоят из поверхностноактивных веществ, образующих на металлах пленки (пленки расплавляются в местах то-

чечного контакта сопряженных поверхностей деталей благодаря повышению температуры и давления, в результате чего выравниваются или как бы полируются поверхности, а кроме того, такие присадки увеличивают сопротивление смазочных веществ выдавливанию и уменьшают скорость изнашивания поверхностей); *моющие* – для удаления возникших в процессе работы нагаров и лаковых отложений, которые могут привести к нарушению тепловых режимов механизмов, закупорке маслопроводов и фильтров тонкой очистки масла и РЖГ; *противопенные*, добавляемые в масла, предназначенные для высокоскоростных шестеренчатых передач оборудования; *многофункциональные*, обладающие свойствами нескольких отдельных присадок.

Минеральные масла (кроме смазочных материалов) широко применяются как рабочие жидкости в машинах с гидроприводом. Наиболее распространенные масла, применяемые в качестве РЖГ в технологическом оборудовании с гидроприводом, указаны в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Характеристика масел, применяемых в качестве РЖГ

Наименование и марка	Применяется при температуре воздуха, °С	
	Веретенное	-20
Всесезонное гидравлическое ВМГЗ	-25	+65
Масло гидравлическое:		
МГ-20	-5	+70
МГ-30	0	+70
АМГ-10	-20	+50
МГЕ-10А	-20	+50
Масло индустриальное:		
И-12А	-5	+60
И-30А	-15	+65
И-50А	+5	+90
Масло трансформаторное ТК	-25	+40

В качестве смазочных материалов, кроме минеральных масел, широко применяются **п л а с т и ч н ы е с м а з к и**. При малых удельных нагрузках эти смазки ведут себя подобно твердым телам, т.е. сохраняют форму и упруго деформируются; при высоких нагрузках в них развивается вязкое течение.

Такие свойства пластичных смазочных материалов связаны с их строением (состоящая из мельчайших частиц загустителя пространственная структура типа губки, поры которой заполнены маслом). *Свойства пластичных смазочных материалов* в основном определяются типом загустителя и оцениваются следующими параметрами: вязкостью; водостойкостью, т.е. свойством смазки не разрушаться при соприкосновении с водой; температурой каплепадения (смазки можно применять при температуре на 15–20 °С ниже их температуры каплепадения); пенетрацией, характеризующей степень мягкости пластичных материалов (определяется числом пенетрации, получаемом на специальном приборе – пенетрометре); коллоидной стабильностью, которая характеризует возможность пластичных смазочных

материалов выделять масло при длительном хранении; стабильностью против окисления; содержанием механических примесей. Литиевые смазки применяются для смазки подшипников качения (например, крановых механизмов и прочее); смазочные масла типа солидолов используют для смазывания поверхностей трения, различных механизмов, работающих в средних условиях; натриево-кальциевые смазочные материалы предназначены для смазывания поверхностей трения, работающих при повышенных температурах в условиях нормальной влажности. Активизированные пластичные материалы типа графитовых смазок получают путем добавления в синтетический солидол 8–10 % тонко молотого графита. Они предназначены для смазывания тяжело нагруженных механизмов, тросов и пр. Промышленность выпускает пластические смазки: жировую 1-13; канатную; литол-24; ЦИТАТИМ-202; ВНИИ НП-242; ВНИИ НП-260; солидол жировой.

Для обеспечения исправного действия оборудования в колесном цехе необходимо иметь рациональную организацию смазкоснабжения, которая должна быть увязана с системой общего смазкоснабжения предприятия и отвечать условиям пожарной безопасности в соответствии с действующими правилами. Потребность в смазочных и обтирочных материалах определяется в зависимости от наличия станков и электрооборудования в цехе, при этом учитываются смазочные материалы, полученные после фильтрации и регенерации. Расход материалов на смазку станков, электродвигателей и на заливку картеров может определяться по данным паспортов и на основании установленных норм расхода смазочных материалов в зависимости от продолжительности работы оборудования. Для снабжения станочников смазкой в колесном цехе должна быть раздаточная емкость с чистой отфильтрованной смазкой и емкости для слива отработавшей смазки. Каждый станочник должен иметь полный набор исправного смазочного инвентаря, необходимого для смазки обслуживаемого им станка. Смазочные устройства станков должны содержаться в полной исправности и чистоте. Отработанные смазки, подлежащие сбору, разделяют по маркам и собирают в отдельные емкости (каждую марку в отдельности и группами в зависимости от принятого порядка на предприятии).

Смешивание жидких смазок с консистентными не допускается. Восстановление отработавших смазок производится в специальных отстойниках, оборудованных подогревом, и фильтрах. Отстой и простая фильтрация являются наиболее простыми способами восстановления отработавших смазок. Подогрев смазки до 70–75 °С перед отстоем и во время фильтрации для уменьшения вязкости облегчает отделение загрязнений и воды. Фильтры-прессы работают с насосами, создающими напор фильтруемой смазки. На предприятиях используются центрифуги, работа которых основана на принципе отбрасывания механических примесей центробежной силой. Смазочные масла, получаемые со склада, без предварительной фильтрации использовать для смазки станков запрещается. Нормы расхода смазочных материалов предопределяются категорией сложности ремонта оборудования.

Значительным резервом по увеличению надежности и долговечности оборудования и гидроприводов является обеспечение требуемой степени

очистки смазочных материалов и РЖГ. Заслуживает внимания стенд СОГ-904А Челябинского ремонтно-механического завода ПВО “Ремонттрубопроводтехника”, предназначенный для тонкой очистки от механических примесей и загрязнений гидравлических жидкостей, топлив и масел в центрифуге с частотой вращения 7500 мин^{-1} производительностью до 2400 л/ч (габариты $955 \times 780 \times 1060 \text{ мм}$; масса 0,125 т). Устройство АОМ-1 используется для очистки жидкостей при заправке во время технического обслуживания. Рабочая жидкость может забираться насосом устройства непосредственно из гидросистемы или системы смазки оборудования. Состоит из бака, гидронасоса, дросселей, центрифуги, манометров, термометра и заправочного пистолета. Подлежащая очистке рабочая жидкость заливается в установку по гидравлической цепи бак – насос – дроссель – бак при давлении 6–7 МПа и подогревается до температуры $50 \text{ }^\circ\text{C}$. При очистке жидкость из бака через насос, дроссель и центрифугу перепускается обратно в бак.

Схема установки для очистки рабочих жидкостей, заправки, дозаправки и контроля чистоты гидросистем представлена на рисунке 7.1.

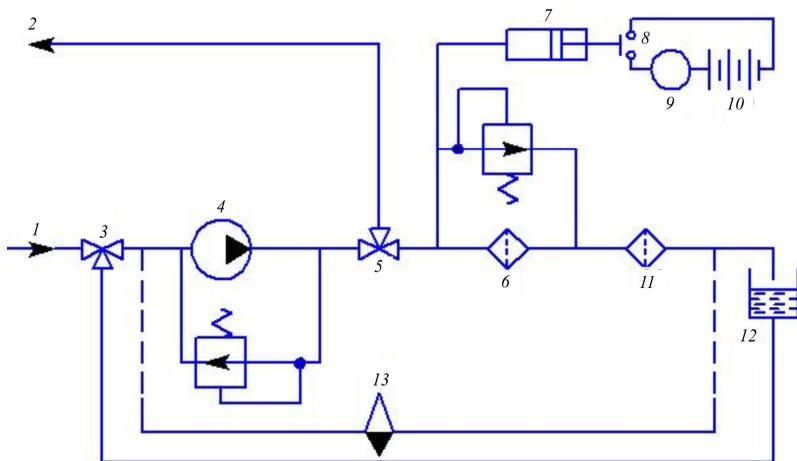


Рисунок 7.1 – Схема установки для очистки вязких жидкостей:

1, 2 – подводящий и отводящий трубопроводы; 3, 5 – краны управления; 4 – насосная станция; 6 – система первичной очистки с оптическим электроиндикатором; 7 – реле давления; 8 – микропереключатель; 9 – сигнальная лампа; 10 – источник питания; 11 – система вторичной тонкой очистки; 12 – гидробак; 13 – прибор контроля чистоты жидкости

После длительной работы с жидкостью, загрязненной крупными механическими примесями, в первичной системе очистки 6 увеличивается давление, в результате этого срабатывает микропереключатель 8, замыкая электрическую цепь. Включение сигнальной лампы 9 служит напоминанием для замены фильтрующих элементов в первичной системе очистки. Тонкая очистка 11 жидкости производится центробежным очистителем с механической выгрузкой осадка. Степень загрязненности поступающей жидкости и качество работы системы очистки проверяется

центробежным прибором контроля чистоты, который может быть подключен к контрольным участкам (точкам) гидросистемы установки. Если загрязненность превышает допустимый уровень, то после проведения одного цикла очистки жидкость направляется на повторный цикл при помощи кранов управления. Характеристика установки: мощность – 3,1 кВт; максимальная производительность – 3000 л/ч; тонкость системы очистки: первичной – 40 мкм, вторичной – 10 мкм; габариты – 1800 × 1100 × 700 мм; масса – 0,270 т. Установка позволяет с минимальными трудозатратами производить очистку в эксплуатационных условиях и обеспечивает высокую степень очистки рабочей жидкости. Организация работ по качественной очистке масла и РЖГ в технологическом оборудовании при его обслуживании в эксплуатации позволяет на 25–30 % уменьшить число внеплановых ремонтов и на 15–20 % снизить расход дефицитных запасных частей машин с гидроприводом.

7.2 Содержание и ремонт оборудования

Для обеспечения бесперебойного действия технологического оборудования колесных цехов (участков) и точности обработки элементов колесных пар в соответствии с установленной технологией изготовления или ремонта необходимо весь парк технологического и подъемно-транспортного оборудования содержать в исправном состоянии. В процессе эксплуатации оборудование интенсивно изнашивается под воздействием окружающей среды, механических нагрузок, коррозии и по другим причинам. Происходят изменения размеров и форм при физическом износе, изменяется состояние поверхностей деталей и свойства поверхностных слоев материала. При допустимых условиях эксплуатации и правильном техническом обслуживании прогрессирующий физический износ не нарушает работоспособности оборудования и не вызывает существенного изменения его технических характеристик в течение всего предусмотренного срока службы. **Физический износ** в условиях правильной эксплуатации оборудования называется **н о р м а л ь н ы м** износом. Нормальный износ переходит в **а в а р и й н ы й** при длительной работе или перегрузке оборудования, в результате чего оборудование выходит из строя или его технические характеристики достигают величин, превышающих допустимые пределы. Аварийный износ станков и механизмов может происходить из-за некачественного изготовления отдельных деталей, неправильного монтажа и поузловой сборки агрегатов, плохого технического обслуживания и нарушения условий эксплуатации оборудования.

Запрещается включать станки:

- при неисправном действии пусковой и другой электрической аппаратуры и электропроводки;
- ненормальном шуме и ударах в коробке скоростей;
- неисправном действии механизма включения скоростей;

- биении шпинделя на величину сверх допускаемой техническими условиями;
- неисправном действии механизма подачи;
- неудовлетворительном креплении колесной пары;
- недостаточной плотности в уплотнениях суппортов и других движущихся частях станков, предохраняющих места трения от попадания абразивных материалов (металлической стружки и пр.);
- неисправных центрах;
- неотрегулированных зазорах в суппортах;
- наличии трещин и поломок в деталях и узлах станка;
- расслабленных болтовых соединениях.

При ремонте восстанавливается первоначальное техническое состояние оборудования и его эксплуатационные характеристики, устраняется повышенный физический износ, восстанавливаются или заменяются неисправные детали и сборочные единицы (узлы). **Ремонт оборудования** может быть организован различными методами в зависимости от объема ремонтных работ, квалификации исполнителей, материально-технического обеспечения. Метод индивидуального ремонта заключается в том, что все подготовительные и ремонтные работы выполняются бригадой по ремонту оборудования отдельно по каждому объекту на месте его эксплуатации. Оборудование разбирают, дефектные детали восстанавливают или заменяют новыми или заранее отремонтированными. Данный метод ремонта обуславливает большую длительность простоя ремонтируемого оборудования, высокую стоимость работ. При узловом методе после разборки оборудования дефектные узлы и сборочные единицы заменяют исправными из оборотного фонда, а снятые узлы направляют в ремонтные специализированные цехи. Обратный фонд пополняется покупными, отремонтированными и вновь изготовленными деталями и узлами, и все узлы в нем обезличены. Достоинствами узлового метода являются сокращение срока ремонтных работ, высокое качество и низкая себестоимость.

П л а н о в о - п р е д у п р е д и т е л ь н о м у р е м о н т у (ППР) подвергают исправное оборудование по истечении определенного периода эксплуатации или после выработки определенного количества рабочих часов. ППР проводят с целью предупреждения аварийного износа и исключения внеплановых ремонтов. Система ППР представляет собой совокупность взаимосвязанных организационных и технических мер по надзору за эксплуатацией оборудования, его техническому обслуживанию и профилактическому ремонту. Эта система предусматривает проведение плановых ремонтов и межремонтного технического обслуживания. К плановым ремонтам относятся малый (текущий), средний и капитальный ремонты. К межремонтному техническому обслуживанию оборудования относятся ежедневный технический уход и профилактические осмотры с частичной разборкой оборудования.

Малый (текущий) ремонт оборудования предусматривает выполнение работ в объеме профилактического осмотра и дополнительно проведение ряда работ с принудительной заменой отдельных деталей и выполнения регулировочных операций. Малый ремонт выполняют после проведения 2–3 профилактических осмотров, если при этом он не заменяется средним или капитальным ремонтом. *Средний ремонт* оборудования проводят через 2–3 малых ремонта, если он не заменяется *капитальным ремонтом*. Между капитальными ремонтами средний ремонт оборудования может проводиться 1–2 раза. Ремонтным циклом называется продолжительность периода между двумя капитальными ремонтами (или моментом ввода оборудования в эксплуатацию) и первым капитальным ремонтом. Между капитальными ремонтами в определенной последовательности для каждого вида оборудования через определенные периоды времени проводят профилактические осмотры (О), плановый малый (М) и средний (С) ремонты. Данная последовательность осмотров и ремонтов в рамках одного ремонтного цикла с указанием длительности периодов между осмотрами и ремонтами называется *структурой ремонтного цикла*. Например, структура ремонтного цикла может выглядеть следующим образом:

К–О–О–М–О–О–М–О–О–К–О–О–М–О–О–М–О–О–М–О–О–К.

Межремонтное обслуживание заключается в текущем ежедневном осмотре оборудования и ликвидации мелких неполадок, возникающих в процессе эксплуатации. Один раз в 2–4 месяца проводится плановый осмотр в зависимости от назначения и степени загрузки оборудования, который включает в себя:

- осмотр отдельных узлов агрегата для выявления и устранения дефектов;
- проверку правильности работы наиболее ответственных сборочных единиц оборудования (суппортов, коробки скоростей, шпинделя, смазочной системы, электропусковой аппаратуры и прочее);
- промывку системы смазки и заправку свежей смазкой;
- составление эскизов и чертежей на детали, имеющие предельный износ или повреждения.

При *малом ремонте* предусматриваются следующие работы:

- частичная разборка и регулировка узлов, подверженных наибольшему износу;
- промывка, чистка всех узлов и смена масла;
- определение износа шеек, вкладышей, шестерен и замена изношенных деталей;
- проверка и ремонт системы смазки;
- проверка и замена неисправных тросов грузоподъемных машин, проверка передвижного моста тележки, подъемных кранов;
- проверка исправного действия автоматических выключателей и ограничителей хода;

- проверка, чистка и ремонт электродвигателей, электроаппаратуры и проводки;
- составление эскизов на детали, подлежащие замене при последующих видах ремонта.

Средний ремонт предусматривает все операции малого ремонта и дополнительно:

- инструментальную проверку на прочность;
- разборку основных узлов;
- проверку состояния резьбы на винтах, гайках и шпинделях, проверку и ремонт шестерен;
- шабровку поверхностей скольжения;
- замену изношенных деталей;
- проверку и испытание агрегата, а также отдельных узлов на точность;
- составление эскизов и чертежей на запасные части;
- местную шпаклевку и окраску агрегатов.

При выполнении *капитального ремонта* оборудования производится:

- проверка агрегата и отдельных его узлов на точность и запись результатов проверки;
- полная разборка и промывка всех частей;
- строжка, шабровка и пригонка всех направляющих и трущихся поверхностей (станины, вкладышей, клиньев, планок и др.);
- смена и восстановление деталей, пришедших в негодность;
- ремонт электродвигателей, электропроводки и электроаппаратуры;
- проверка агрегата на точность, испытание в работе;
- полная окраска наружных и внутренних поверхностей со шпаклевкой;
- восстановление деталей и цифр на линейках, лимбах и других местах.

При определении годности деталей надо исходить из следующих основных требований. Винты, болты и гайки должны иметь чистую резьбу без вмятин. Срыв резьбы более чем 1,5 нитки и растянутость ее свыше 10 ниток не допускается. Шаг и диаметр резьбы необходимо проверять резьбовыми калибрами. Валики и валы должны иметь строго цилиндрическую форму шеек, забоины и задиры на них не допускаются. Подающие винты не должны заедать по гайке, а величина мертвого хода не должна превышать 1/10 оборота маховика. Шпоночные канавки на валиках должны быть чистыми, а боковые поверхности канавок – параллельными. Перекос шпоночных канавок относительно оси допускается не более 0,08 мм на 300 мм длины. Места под подшипник на валу не должны иметь задиры и царапин. Фрикционные муфты должны обеспечивать сцепление без буксования, рукоятки управления станком – надежно фиксировать работу во всех необходимых положениях. Регулировочные клинья и планки салазок суппортов, бабок, столов и других передвигающихся деталей (частей) должны обеспечивать спокойное (без рывков) перемещение частей станка, зазоры не долж-

ны превышать 0,05 мм. Зубья колес и шестерен должны быть чистыми, без выкрошенных мест и трещин. Небольшие выбоины и царапины в процессе ремонта могут быть зачищены. Допускается износ зубьев по толщине не более чем на 0,2 модуля. Скольжение передвижных шестерен на шлицевых валах (валиках) должно происходить без “игры” и заеданий. Маслопроводы и трубопроводы для подвода охлаждающих эмульсий не должны иметь утечек.

Основным дефектом в неподвижных соединениях является ослабление посадок и связей. Способ ремонта нарушенного неподвижного соединения выбирается в зависимости от его конструкции, условий работы и характера износа. Например, если шпоночная канавка разработалась незначительно (расширилась не более чем на 0,5–0,7 мм), ее лучше не фрезеровать в новом месте, а исправить старую фрезерованием на больший размер. Отверстие шкива можно расточить и запрессовать в него втулку, а отверстие втулки расточить по допуску соответствующего вала. В зависимости от диаметра d вала минимальный наружный диаметр d_v втулки рекомендуется определять по формуле $d_v = 1,26d + 3$ (размеры в мм). Втулку большего диаметра делать не следует, так как при расточке отверстия на больший размер возможно ослабление ступицы. В каждом конкретном случае следует выбирать наиболее экономичный и менее сложный способ восстановления.

В шлицевых соединениях в случаях взаимной выработки вала и втулки допускаются следующие отклонения: угловое – 0,06 мм; боковое – 0,10 мм. При больших отклонениях одну деталь доводят до ремонтного размера, а вторую заменяют или восстанавливают. Изношенные шейки валов для подшипников протачивают и шлифуют до ремонтного размера или восстанавливают хромированием, покрытием из твердого сплава и т.д. с последующей обработкой. Новые шлицевые соединения для скользящих шестерен и блоков выполняют с центрированием по внутреннему или наружному диаметру и по размерам шлицевого профиля согласно ГОСТ (с прямобочными шлицами).

Новые шестерни, устанавливаемые при ремонте станков, должны изготавливаться по тем же техническим условиям, что и шестерни новых станков. Материал для изготовления шестерен выбирают в зависимости от условий их работы. Зубчатые колеса можно ремонтировать путем смены зубчатого венца, исправлением (коррекцией) зубьев до выявления износа; наплавкой рабочих поверхностей зубьев с последующей обработкой профиля. Основной операцией при сборке зубчатых передач является центровка, которой достигается параллельность осей зубчатых колес. Радиальный и боковой зазоры между зубьями проверяют щупом или обжатием свинцовых пластинок, которые вставляют между зубьями с двух сторон (толщина пластины должна быть не больше двойной величины максимально допускаемого зазора). В тех случаях, когда требуется улучшить качество поверхностей зубьев, повысить точность

передачи и уменьшить уровень шума при работе зубчатых колес, применяют обкатку или приработку собранной зубчатой передачи.

Чтобы правильно определить объем ремонта станины и наметить соответствующую технологию до разборки станка, необходимо сравнить высоты центров задней и передней бабок; проверить параллельность осей шпинделей с направляющими; определить степень износа и прямолинейность направляющих. На разных станках указанную проверку производят по-разному в зависимости от их конструкции. После разборки станка производится проверка износа и прямолинейности отдельных участков станины, для чего всю длину станины разбивают на равные участки. Замерами горизонтальности станины (например, уровнем с ценой деления 0,02–0,04 мм на 1000 мм) определяется, какое количество металла требуется снять для устранения выработки на направляющих плоскостях и придания им параллельности друг другу. Перед шабровкой выбирается основная база, по которой можно будет контролировать положение всех осей при пригонке и сборке основных узлов станка. Наиболее удобной базой следует считать менее сработанные направляющие. Все непрерывно и периодически работающие направляющие должны иметь равномерно распределенную твердость в пределах установленных допусков. При твердости направляющих $HV > 200$ и износе направляющих более 0,5–1,0 мм станину целесообразно строгать или шлифовать.

Первоочередной задачей **повышения эффективности оборудования с гидравлическими приводами** является поддержание машин, станков и механизмов в работоспособном состоянии в течение всего срока их службы, что возможно при условии высококачественного проведения технического обслуживания и ремонта механизмов, которые приводятся в действие гидродвигателями или гидроцилиндрами, получающими питание от насосов. Основные преимущества гидропривода: независимое его расположение и возможность любого разветвления мощности, простота кинематических схем и создание больших передаточных чисел, легкость реверсирования исполнительного механизма, скорость выполнения технологических операций, возможность предохранения от перегрузок, стандартизация и унификация деталей и сборочных единиц. Вместе с тем следует учитывать сложность коммуникаций, зависимость гидропривода от температурных условий эксплуатации, сложность ремонта в связи с высокой точностью изготовления деталей и сборочных единиц. При проведении технического обслуживания и текущего ремонта гидроприводов следует избегать выполнения лишних разборочных работ, ведущих к нарушению приработки сопряжений, технологических регулировок, герметичности соединений и т.п. Ведущее место в процессе ремонта технологического оборудования с гидравлическим приводом занимает восстановление изношенных деталей хромированием, газопламенным напылением и плазменной наплавкой. Эти методы позволяют наносить на изношенные поверхности деталей специальные порошковые или присадочные материалы с твердостью до HRC 65 и толщиной слоя 0,3–3 мм. Такое покрытие обеспечивает износостойкость в 2–3 раза выше, чем у новых

деталей (изготовление и ремонт сложных деталей может производиться на других предприятиях, имеющих соответствующее оборудование).

Техническое диагностирование гидропривода выполняют в соответствии с технологическими картами, а также в случае отказа. При диагностировании гидропривода необходимо проверять:

- наличие и исправность контрольно-измерительных приборов, предусмотренных технической документацией оборудования (например, в устройстве для накатки осей роликами на колесотокарных станках);
- отсутствие посторонних шумов, вибраций, стуков в гидроприводе;
- герметичность гидрооборудования и соединений трубопроводов;
- соответствие состава рабочей жидкости (РЖГ) эксплуатационной документации;
- функционирование гидравлического оборудования (насосов, гидромоторов, гидроцилиндров, направляющей и регулирующей гидроаппаратуры, фильтров, трубопроводов и их соединений);
- параметры рабочих органов оборудования, характеризующие техническое состояние гидропривода согласно технической документации (продолжительность, скорость выполнения операций и прочее, предусмотренных технологическим циклом).

Кроме того, должны быть выполнены все операции по контролю гидропривода и гидрооборудования, предусмотренные инструкцией по эксплуатации оборудования.

При периодическом техническом обслуживании гидроприводов рекомендуется проводить диагностирование оборудования в такой последовательности: фильтры и фильтроэлементы, насосы, гидрораспределители и золотники систем управления, регулирующие гидроаппараты, блоки севроуправления, гидроаккумуляторы, гидромоторы, гидроцилиндры, соединения трубопроводов, рукава высокого давления. Последовательность диагностирования применительно к каждой конкретной установке (станку) может быть изменена, но во всех случаях диагностирование должно начинаться с проверки состояния РЖГ и соответствия используемого сорта рабочей жидкости гидросистемы требованиям по эксплуатации.

В соответствии с рекомендуемой структурой ремонтного цикла для каждого вида оборудования составляют *годовой график планово-предупредительного ремонта (ППР)* оборудования, в котором указывают наименование оборудования, инвентарный номер, вид ремонта, даты его начала и окончания. После окончания ремонта передачу оборудования в эксплуатацию оформляют *актом приемки*, в котором указывают дату оформления акта, наименование и инвентарный номер оборудования, подтверждение полного соответствия проведенного ремонта типовой ремонтной технологии, подтверждение проведения необходимых послеремонтных испытаний подъемно-транспортного и технологического оборудования с указанием их видов. Акт приемки подписывают лицо, создающее оборудование, и лицо, принимающее оборудование в экс-

плуатацию. Если при проведении профилактического осмотра, малого (текущего) или среднего ремонта выявляются такие неисправности, устранение которых не входит в объем проводимых плановых работ, то на дополнительные виды ремонтных работ составляют дополнительную дефектную ведомость и эти работы выполняют.

В объем подготовительных работ к проведению ремонта входит комплектация запасных частей, ремонтных материалов, инструментов, приспособлений, такелажного оборудования, подъемных механизмов, организация рабочих мест ремонтников, оформление необходимой документации, проведение инструктажа в рабочих ремонтных бригадах.

Для правильной организации ремонтных работ необходимо иметь:

- налаженный учет выполнения планово-предупредительного и текущего ремонта оборудования;

- техническую документацию, в том числе и технические паспорта станков, чертежи сменяемых деталей, альбомы, инструкции по содержанию, ремонту и смазке;

- материалы, запасные части и аппаратуру для замены изношенных деталей и частей станков;

- набор инструмента, приборов и приспособлений.

Хороший уход и надзор за оборудованием должен быть обеспечен и в процессе его работы, для чего необходимо:

- при пуске станка обеспечивать вначале холостой ход и после этого постепенно нагружать электродвигатель привода;

- следить за смазкой, температурой подшипников и двигателя;

- при отключении тока немедленно отключать от силовой сети электродвигатель станка;

- не превышать паспортные режимы резания и в особенности на суппортах, имеющих лекальные устройства;

- шестерни в коробке скоростей станка переключать после его остановки;

- при работе станка не отлучаться, после окончания работы станок тщательно очистить от стружки и пыли, смазать трущиеся поверхности.

Особое внимание при **эксплуатации технологического оборудования** уделяется проверке точности металлорежущих станков и периодическому испытанию грузоподъемных механизмов и чалочных приспособлений. Так, например, при контроле точности колесотокарного станка производятся **п р о в е р к и**:

- прямолинейности направляющих станины в продольном направлении в вертикальной плоскости (0,05 мм на 1000 мм; на всю длину 0,2 мм только в сторону выпуклости);

- прямолинейности призматической направляющей станины в продольном направлении в горизонтальной плоскости (0,05 мм на 1000 мм; $\pm 0,1$ мм на всю длину);

- параллельности (0,05 мм на всю длину) направляющих станины (отсутствии извернутости направляющих);
- радиального биения оси конического отверстия шпинделя у передней и задней бабок (0,1 мм на 300 мм);
- осевого биения шпинделя у передней и задней бабок (0,03 мм);
- параллельности оси шпинделя (передней и задней бабок) направляющим станины в вертикальной и горизонтальной плоскостях (0,03 мм на 300 мм; отклонение допускается только вверх);
- соосности шпинделя передней и задней бабок в горизонтальной и вертикальной плоскостях (допускается только повышение задней бабки на 0,1 мм);
- перпендикулярности поперечного перемещения суппортов к направляющим станины (0,05 мм на всей длине перемещения);
- проверка станка на точность в работе (на колесотокарный станок устанавливается и полностью обрабатывается колесная пара; обод должен быть обточен с соблюдением установленного профиля по поверхности катания и гребню; обработанные колеса должны быть равных диаметров по кругу катания).

Оценка точности карусельных станков производится при выполнении следующих проверок:

- осевого биения в плоскости рабочей поверхности планшайбы (допуск 0,03 мм на 1000 мм диаметра планшайбы);
- радиального биения боковой поверхности планшайбы (0,03 мм на 1000 мм диаметра);
- перпендикулярности направляющих стоек к рабочей поверхности планшайбы в продольной и поперечной плоскостях (0,04 мм на 1000 мм);
- перекоса поперечины при перемещении (0,04 мм на 1000 мм);
- параллельности (0,04 мм на 1000 мм) направления перемещения верхнего суппорта по поперечине рабочей поверхности планшайбы;
- перпендикулярности направления вертикального перемещения верхнего суппорта к рабочей поверхности планшайбы в продольной и поперечной плоскостях (0,02 мм на 500 мм);
- биения револьверной головки в подшипнике и стопорном механизме (0,03 мм на расстоянии 300 мм от оси поворота головки);
- совпадения осей отверстий для инструмента револьверной головки в ее рабочем положении с осью вращения планшайбы (0,03 мм);
- параллельности осей отверстий револьверной головки в ее рабочем; положении направлению движения салазок верхнего суппорта (0,03 мм на длине 300 мм);
- перекоса бокового суппорта при вертикальном перемещении (0,04 мм на 1000 мм);
- параллельности направления перемещения салазок бокового суппорта по рабочей поверхности планшайбы (0,02 мм на длине 500 мм только в сторону наклона к центру планшайбы);
- проверки работы станка: цилиндричности образца (отсутствие овальности, конусности), обработанного резцом, закрепленным в верхнем суппорте;

цилиндричности образца, который обточен резцом, закрепленным в боковом суппорте (конусность 0,03 мм на длине 500 мм, овальность – 0,02 мм).

Грузоподъемные механизмы и чалочные приспособления подвергаются освидетельствованию в соответствии с установленными требованиями действующих инструкций и руководящих документов.

При **техническом освидетельствовании** грузоподъемные механизмы (подъемно-транспортное оборудование) подвергаются осмотру, статическому и динамическому испытаниям. Краны, находящиеся в эксплуатации, подвергаются периодическому техническому освидетельствованию не реже одного раза в год. Внеочередное техническое освидетельствование кранов производится после: монтажа, вызванного перекосом крана; капитального ремонта крана или его переустройства, вызвавшего изменение грузоподъемности; ремонта или переустройства ферм, поворотных опор, козловых кранов; смены механизма подъема, крюка, а также грузовых канатов.

При **текущем осмотре** проверяются в работе и осматриваются механизмы и электрооборудование, приборы безопасности, тормоза и аппараты управления, освещение и сигнализация. Кроме того, проверяются состояние металлоконструкции крана и его сварных (заклепочных) соединений, лестниц, площадок ограждения; состояние крюка (износ в зеве, отсутствие трещин в зеве и в нарезной части) и деталей его крепления в обойме или траверсе; состояние канатов; состояние блоков, осей и деталей их крепления; заземление (зануление) электрических грузоподъемных механизмов; состояние подкрановых путей; кабины управления.

Статическое испытание имеет целью проверку прочности крана в целом и отдельных его узлов. Статическое испытание крана при первичном техническом освидетельствовании, а также при проведении работ, требующих внеочередного освидетельствования, производится нагрузкой, на 25 % превышающей его грузоподъемность. При периодических технических освидетельствованиях, а также после работ по смене механизма подъема, крюка, несущих канатов, статическое испытание производится нагрузкой, превышающей грузоподъемность на 10 %. Динамическое испытание производится наибольшим рабочим грузом и имеет целью проверку действия его механизмов и тормозов, динамическое испытание при периодическом освидетельствовании может производиться тем же грузом, что и статическое, т.е. грузом, превышающим на 10 % грузоподъемность крана. При **динамическом испытании** производятся повторный подъем и опускание груза, а также проверка действия всех механизмов кранов. У крана, оборудованного двумя и более механизмами подъема, должен быть испытан каждый механизм. Величина груза при статическом и динамическом испытаниях этих механизмов должна определяться в зависимости от условий их работы (раздельная, совместная). В тех случаях, когда кран используется только для подъема и опускания груза, динамическое испытание его может быть произведено без передвижения крана или его тележки.

При статическом испытании мостовых, а также подвижных консольных кранов кран устанавливается над опорами подкрановых путей, а его тележка – в положение, отвечающее наибольшему прогибу его фермы. Груз поднимается на высоту порядка 100 мм с последующей выдержкой на весу в течение 10 мин. Затем груз опускается и проверяется отсутствие остаточной деформации фермы (моста) крана. У кранов с консолями остаточная деформация замеряется как при расположении тележки между опорами крана, так и при расположении ее на консолях. Для замера остаточной деформации ферм следует до подъема испытательного груза закрепить к металлоконструкции крана (поясам фермы, раме тележки) отвес на тонкой проволоке и отметить его положение. По окончании статического испытания отвес при отсутствии остаточной деформации займет прежнее положение. Использование шнура вместо проволоки, а также закрепление отвеса за перила, трансмиссионный вал или настил моста не допускается. Для замера остаточной деформации рекомендуется пользоваться также специальными приборами (прогибомерами или геодезическими инструментами). Замер упругой деформации моста крана не производится.

Все вспомогательные грузозахватные приспособления (чалочные устройства), а также тара для транспортировки грузов (ковши, контейнеры и т.п.) после изготовления и ремонта подлежат техническому освидетельствованию. Испытание чалочных цепей и канатов должно производиться нагрузкой, вдвое превышающей их номинальную грузоподъемность. Траверсы и клещи и другие вспомогательные приспособления должны испытываться нагрузкой, на 25 % превышающей номинальную грузоподъемность. Испытание под нагрузкой чалочных приспособлений должно производиться в течение 10 мин. Испытание тары под грузом не обязательно (подвергается тщательному осмотру). Все чалочные приспособления должны подвергаться периодическому осмотру лицом, на которое возложено их обслуживание: не реже, чем через 6 месяцев для траверс и коромысел; через 1 месяц – для клещей и других захватов; через каждые 10 дней – для чалочных канатов и цепей. Результаты осмотра грузозахватных приспособлений и тары должны заноситься в журнал установленной формы. Ответственность за исправное состояние и безопасное действие кранов и чалочных приспособлений возлагается приказом на представителя технической администрации, обладающего соответствующей квалификацией. Осмотр кранов крановщиками (машинистами) должен производиться перед началом работы, осмотр кранов слесарями, а также их ремонт, рихтовка и ремонт подкрановых путей должны проводиться в сроки, установленные графиком, с обязательной отметкой об этом в журнале периодических осмотров. Осмотр и испытание чалочных приспособлений должны быть поручены определенному лицу соответствующей квалификации.

Находящиеся в работе краны должны быть снабжены ясными обозначениями регистрационного номера, грузоподъемности и даты следующего испыта-

ния. Грузозахватные приспособления снабжаются бирками или клеймами с указанными обозначениями, а тара – соответствующими надписями. Все стальные канаты кранов должны иметь сертификат завода-изготовителя, а в случае отсутствия такового должны быть подвергнуты испытанию. Крюки должны иметь клеймо испытания и допускаемой грузоподъемности. Износ крюков в месте истирания стропами не должен превышать 10 % высоты первоначального поперечного сечения. Рекомендуется производить периодические (ежегодные) проверки крюков на появление усталостных трещин методами дефектоскопии. При осмотрах крюковых подвесок обращается особое внимание на исправность стопора гайки крюка и подпятника крюка, на надежность крепления и наличие полного комплекта болтов, крепящих ригельные планки осей блоков, и цапфа траверсы крюка.

Валы крановых механизмов, имеющие остаточные деформации скручивания, подлежат браковке. Подлежат ремонту или замене валы, имеющие прогиб, превышающий 0,3 или 0,15 мм на 1 м длины при частоте вращения свыше 500 мин⁻¹ (при частоте вращения менее 500 мин⁻¹ прогибы соответственно 0,5 и 0,25 мм). Правка осей и валов при стреле прогиба не выше 0,008 длины может производиться без нагрева (под прессом или в скобах), при больших величинах прогиба правка должна вестись при температурах не ниже 850 °С. Ходовые колеса, связанные между собой валами или зубчатыми передачами, рекомендуется заменять одновременно и подбирать такими комплектами, чтобы длины окружностей любой пары различались не более чем на 0,3 мм на метр длины (замер стальной рулеткой).

Величины допускаемого износа ходовых колес представлены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Величины допускаемых износов ходовых колес

Наименование детали	Критерии предельного износа
Ходовые колеса крана	Уменьшение толщины реборды колеса на 50 %, раковины, выкрашивания обода диаметром 15 мм, отклонения от прямой образующей поверхности катания 2 мм
Ходовые колеса тележки	Уменьшение толщины реборды на 50 %, раковины, выкрашивания обода диаметром 10 мм, отклонения от прямой образующей поверхности катания 1,5 мм

Все соединительные муфты, включая и гибкие, должны устанавливаться с возможно большей точностью. Втулочно-пальцевые муфты с болтами на ослабленной посадке, допускающими непосредственный контакт металла по металлу, и муфты с неполным числом болтов к работе не допускаются. При потере болтами плотности посадки гнезда должны быть развернуты, а болты – заменены. У фрикционных муфт в первую очередь проверяется и регулируется величина отхода трущихся частей (поверхностей). Для муфт с ручным управлением величина отхода трущихся поверхностей устанавливается минимальной, исключающей их взаимное прихvatывание в разомкнутом состоянии. Для муфт с сервоприводом величина отхода определяется величиной хода исполнительных механизмов. Конусные фрикционные

муфты требуют периодической проверки величины свободного хода конуса и отсутствия заклинивания. Недостаточность момента, передаваемого муфтой, обычно бывает вызвана засаленностью фрикционного материала, плохой пригонкой поверхностей контакта или неисправностью рычажных систем.

Подлежат регулировке величина тормозного момента и величина отхода колодок в электрических колодочных тормозах кранов. Величина тормозного момента в тормозах этого типа регулируется изменением усилия затяжки главной пружины или плеча действия тормозного груза, величина отхода колодок регулируется изменением длины тяг тормоза. После регулировки тормоз должен быть проверен при срабатывании концевых ограничителей и в случае необходимости момент срабатывания ограничителей должен быть изменен. При регулировке замкнутых тормозов крановых механизмов следует стремиться к получению тормозных моментов, исключающих раскачивание груза. Износ тормозных шкивов по местной выработке поверхности (риски, канавки) не должен превышать 1 мм. Эксплуатация тормозных шкивов, имеющих трещины, ослабленную посадку на валах или ослабленную посадку шпонок, не допускается. Шкивы, у которых толщина обода уменьшилась в результате проточек и износа более чем на 30 % от первоначального размера, подлежат отбраковке. При перешлифовке тормозного шкива оставшийся закаленный слой должен быть не менее 1 мм. Радиальное биение рабочей (относительно центрирующей) поверхности шкива после перешлифовки не должно превышать 0,05 мм. Тормозной шкив должен быть статически сбалансирован. Заварка трещин допускается только на дисках стальных шкивов с последующей проверкой биения рабочей поверхности. Регулировка ленточного тормоза сводится к обеспечению равномерного отхода ленты от тормозного шкива и выверке длины тяг и положения угловых рычагов рычажной передачи. Смягчение работы ленточных тормозов может быть получено путем смазки чешуйчатым графитом рабочей поверхности обкладок (применение масел для этих целей недопустимо).

При выводе крана на ремонт следует отключить рубильник из кабины крановщика и вынуть плавкие вставки предохранителей; над рубильником должен быть вывешен плакат с предупреждающей надписью (плакат может быть снят лишь по окончании ремонта лицом, ответственным за его проведение). При наличии на одних подкрановых путях двух и более кранов место производства ремонта должно быть ограждено временными тупиковыми упорами с установкой предупреждающих сигналов (флагов, фонарей). Администрация должна предупредить крановщиков всех смен, работающих на смежных кранах, о происходящем ремонте и об установлении запретной зоны обслуживания для кранов. Выведенный на ремонт кран не должен устанавливаться над проходами и местами производства работ. В тех случаях, когда главные троллейные провода на время ремонта отключить нельзя, должны быть приняты необходимые меры по обеспечению безопасных условий работы ремонтного персонала, место работы близ главных троллеев при этом должно быть ограждено и вывешены плакаты с предупреждающими надписями о нахождении проводов под напряжением. Запрещается

оставлять на кране неукрепленные предметы, а также инструмент в местах, не предназначенных для его хранения. При недостаточном освещении должно применяться переносное электрическое освещение напряжением не выше 36 В. Пускать кран в работу после его ремонта можно лишь с разрешения лица, ответственного за исправное его состояние и безопасную эксплуатацию.

Краны могут быть допущены к подъему и перемещению только тех грузов, вес которых не превышает их грузоподъемности. Работа кранов допускается только на путях, уклон которых и возвышение одного подкранового рельса над другим не превышают величин, указанных в паспорте крана; не разрешается работа кранов на неисправных путях, где не обеспечивается надежная устойчивость крана или возможен его сход с подкрановых рельсов. При подъеме груза, по весу близкого к установленной грузоподъемности, он должен быть предварительно поднят на высоту не более 100 мм для проверки надежности действия тормоза. В отдельных случаях допускается подъем и перемещение груза несколькими кранами. Работа в этом случае должна производиться под непосредственным руководством лица, ответственного за исправное состояние и безопасное действие грузоподъемного механизма или специально выделенного инженерно-технического работника, при этом грузовые канаты должны сохранять вертикальное положение, а нагрузка, приходящаяся на каждую машину, не должна превышать ее грузоподъемности.

На месте производства работ по подъему грузов, а также на грузоподъемных машинах не допускается нахождение лиц, не имеющих прямого отношения к производимой работе. Не разрешается кому бы то ни было находиться под поднятым грузом; при подъеме и опускании груза вблизи стен или оборудования не допускается пребывание людей, в том числе и производящих зацепку, между грузом и частями здания или оборудованием. Вход на краны мостового и консольного типов и сход с них должен производиться через посадочную площадку или проходную галерею. После окончания и при перерыве работы груз не должен оставаться в подвешенном состоянии. Запрещенные приемы работы:

- подъем груза, находящегося в неустойчивом положении, подвешенного за один рог двурогого крюка, а также в таре, заполненной выше ее бортов;

- отрыв груза, засыпанного землей или примерзшего к земле, заложеного другими грузами, укрепленного болтами или залитого бетоном, вытаскивание крюком зацементированных грузом чалочных канатов и цепей;

- подтаскивание груза по земле, полу или рельсам крюком крана при комсом натяжении канатов, а также передвижка вагонов, вагонеток или тележек крюком без применения направляющих блоков, обеспечивающих вертикальное положение канатов;

- вывод из действия приборов безопасности и тормозов механизмов грузоподъемного устройства;

- использование концевых выключателей в качестве рабочих органов для автоматической остановки механизмов;

- оттягивание груза во время его подъема, перемещения и опускания, одновременный подъем и перемещение грузов краном.

8 ФОРМИРОВАНИЕ И РЕМОНТ КОЛЁСНЫХ ПАР УЗКОЙ КОЛЕИ, ПУТЕВЫХ МАШИН, АВТОМОТРИС И МОТОВОЗОВ

8.1 Вагонные колёсные пары узкой колеи

Устройство и ремонт вагонов магистральных железных дорог описан во многих пособиях, а устройство и ремонт вагонов узкоколейных железных дорог в литературе отражены недостаточно. Железные дороги всех видов тяги, ширина колеи которых меньше 1520 мм и меньше 1435 мм в других странах, называются узкоколейными железными дорогами. Узкоколейными железными дорогами пользуются там, где постройка железной дороги широкой колеи невозможна или связана с большими затратами. Первая узкоколейная дорога общего пользования шириной колеи 1067 мм в России была построена в 1871 году. Эксплуатационный вагонный парк узкоколейных дорог по своей конструкции весьма разнообразен. На территории бывшего СССР колея шириной 750 мм получила наибольшее распространение и была принята в качестве стандарта (ОСТ), поэтому в учебном пособии изложены основные данные о вагонах стандартной колеи 750 мм. Примерно 50 % узкоколейных дорог приходится на долю лесной промышленности; около 25 % – на долю топливной (торфоразработки и пр.).

Особенности верхнего строения и рельсов требуют, чтобы подвижной состав, предназначенный для эксплуатации на узкоколейных дорогах, имел сравнительно небольшие нагрузки на ось колесной пары, из-за большого количества кривых малого радиуса необходимо обеспечивать лучшее вписывание вагонов при движении по узкоколейному рельсовому пути (применять короткую жесткую базу и др.), поэтому конструирование узкоколейного подвижного состава не может сводиться к простому копированию конструкций вагонов широкой колеи. Ограничение ширины узкоколейных вагонов вызывает необходимость повышения их устойчивости. Колесные пары являются наиболее ответственными частями узкоколейного вагона. Колесные пары для вагонов узкой колеи 750 мм изготавливаются диаметром по кругу катания 450–650 мм, они формируются со стальными цельнокатаными или бандажными колесами. Ширина обода колеса колеблется от 90 до 115 мм. Расстояние между колесами по кругу катания (средней части) составляет 800 мм. Зазоры между гребнями колес и головками рельсов должны быть около 11 мм.

Вагонные оси изготавливаются из прокатной круглой стали, допускается изготовление осей из использованных осей вагонов широкой колеи согласно техническим условиям (содержание углерода – 0,3–0,45 %). Главным управлением вагонного хозяйства МПС в результате проведенной унификации колесных пар, работающих под вагонами узкой колеи, разработаны чертежи колесных пар и элементов. Основные размеры новых узкоколейных вагонных осей для колесных пар с подшипниками скольжения приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Основные размеры узкоколейных вагонных осей для колесных пар с подшипниками скольжения

Тип оси	Размеры в миллиметрах								
	Размеры шеек осей			Диаметр предподступичной части	Размеры подступичной части оси		Диаметр средней части оси	Расстояние между серединами шеек оси	Общая длина оси
	диаметр	длина	толщина бурта		диаметр	длина			
III	75 ⁺²	120 ⁺²	8±2	90 ⁺²	100 ⁺²	180	90 ⁺²	1085	1221 ⁺²
IV	95 ⁺²	150 ⁺²	12±1	110 ⁺²	120 ⁺²	190	110 ⁺²	1160	1334 ⁺²
V	100 ⁺²	170 ⁺²	15±1	155 ⁺²	130 ⁺²	200	120 ⁺²	1200	1400 ⁺²

Для колесных пар с роликовыми подшипниками, размеры новых осей приведены в таблице 8.2.

Таблица 8.2 – Основные размеры узкоколейных вагонных осей для колесных пар с роликовыми подшипниками

Тип оси	Размеры в миллиметрах								
	Размеры шеек осей		Диаметр предподступичной части	Размеры подступичной части оси		Диаметр средней части оси	Расстояние между серединами шеек оси	Общая длина оси	
	диаметр	длина		диаметр	длина				
РIII	70	106 ⁺¹	84	110 ⁺²	180	90 ⁺⁵	1085	1179 ⁺²	
РIV	80	139 ⁺¹	95	120 ⁺²	190	110 ⁺⁵	1160	1309 ⁺²	
РV	100	145 ⁺¹	115	130 ⁺²	200	120 ⁺⁵	1200	1332 ⁺²	

Новая и старогодная обработанная ось должны иметь шероховатость поверхности, размеры и допуски в полном соответствии с чертежами, техническими условиями и Инструкцией по освидетельствованию, ремонту и формированию вагонных колесных пар узкой колеи.

Наружный конец подступичной части оси обтачивается на конус с разностью диаметров до 1 мм на длину 6–10 мм. Конусность подступичной части оси в месте посадки колеса не должна превышать 0,04 мм на 100 мм длины подступичной части и лишь в том случае, если больший диаметр конуса обращен к середине оси. Разница в диаметрах подступичных частей одной оси не регламентируется. Середина оси обозначается керном и определяется относительно торцов оси. Разница размеров от торцов оси до керна разрешается не более 1 мм.

Наименьшие допускаемые размеры осей колесных пар вагонов колеи 750 мм, подкатываемых под вагоны при ремонте в депо, приведены в таблице 8.3.

Таблица 8.3 – Наименьшие допускаемые размеры осей колесных пар вагонов колеи 750 мм

Тип вагона	Диаметр шеек осей при длине шеек, мм						Допускаемые диаметры частей оси, мм		
							подступичной	предподступичной	средней
	150	155	160	170	175	180			
Крытые вагоны	–	–	–	80	81	82	128	100	115
	73	74	75	–	–	–	113	90	100
Платформы	–	–	–	79	80	81	128	100	115
Цистерны	–	–	–	79	80	81	128	100	115
Пассажирские цельнометаллические на роликовых подшипниках	80	80	80	–	–	–	113	99,5	100
Пассажирские ЦМВ на подшипниках скольжения	75	76	77	–	–	–	113	99,5	100

При разнотипичности в конструкции и грузоподъемности вагонного парка узкой колеи вагонные депо, к которым приписан парк колесных пар, составляют таблицы наименьших размеров осей колесных пар. При этом можно воспользоваться следующими расчетными формулами:

- для грузовых вагонов –

$$d_1 = 0,154 \sqrt[3]{Pl} ; \quad (8.1)$$

$$d_2 = 0,209 \sqrt[3]{PL} ; \quad (8.2)$$

- для пассажирских вагонов –

$$d_1 = 0,167 \sqrt[3]{Pl} ; \quad (8.3)$$

$$d_2 = 0,228 \sqrt[3]{PL} , \quad (8.4)$$

где d_1 – диаметр шейки оси, см;

d_2 – диаметр подступичной части оси, см;

P – нагрузка на обе шейки оси, кг;

l – длина шейки оси, см;

L – расстояние между кругами катания и серединой шейки оси, см.

Расстояние между внутренними гранями ободов колес должно быть: для стальных колес с шириной обода 100–115 мм – 685 мм с отклонениями не более 3 мм в ту или другую сторону, а у колесных пар нового формирования с отклонениями в меньшую сторону на 3 мм и в большую – на 1 мм.

Разница в расстоянии между внутренними гранями ободов колес в четырех точках одной колесной пары не должна превышать 2 мм, а у колесных пар с новыми стальными колесами – 1 мм. Неравенство на обоих концах колесной пары размеров между торцевой поверхностью оси и внутренней поверхностью обода не должно быть более 3 мм. Измерение колесных пар узкой колеи производится такими же шаблонами, как и колесных пар широкой колеи, но изготовленными по специальным чертежам с уменьшенными размерами. Колесные пары узкой колеи подвергаются обыкновенному освидетельствованию при каждой подкатке под вагоны и полному освидетельствованию в установленные сроки.

При обыкновенном освидетельствовании колесную пару до очистки от грязи осматривают для выявления трещин и других дефектов на оси и остальных элементах колесной пары. Осмотр до очистки колесных пар от грязи позволяет обнаруживать трещины, которые труднее обнаружить после очистки, как, например, сдвиг колеса или поперечную трещину оси. После очистки колесной пары проверяют размеры оси, колес; осматривают среднюю часть оси и шейки для выявления трещин и других неисправностей; измеряют расстояние между внутренними гранями ободов колес; испытывают шейки и предподступичные части оси дефектоскопом. При полном освидетельствовании выполняют все работы, предусмотренные для колесных пар колеи 1520 мм.

Запрещается подкатывать под вагоны узкой колеи колесные пары, у которых имеются следующие неисправности:

- трещины в любой части оси независимо от их размеров и количества;
- задиры на предподступичной части или шейки оси;
- оси, имеющие размеры диаметров шеек, предподступичных, подступичных и средних частей менее допускаемых размеров;
- протертое место на оси глубиной 2 мм и более;
- трещина в ободе, диске, ступице колеса;
- ослабления оси в ступице колеса;
- выщербина на поверхности катания колеса длиной более 25 мм;
- ползун на поверхности катания стального колеса глубиной более 2 мм, местное уширение более 5 мм;
- прокат по кругу катания у пассажирских вагонов более 6 мм, у грузовых вагонов 7 мм (в зависимости от местных условий приказом руководителя дороги допускается увеличение или уменьшение указанных норм проката у вагонов узкой колеи);
- толщина гребня, измеренная на расстоянии 18 мм от его вершины, у стальных колес более 25 мм или менее 16 мм;
- вертикальный подрез и остроконечный накат гребня;
- толщина обода стального колеса по кругу катания менее: у пассажирских вагонов – 19 мм, у грузовых – 16 мм;
- отсутствие клейм с указанием сроков освидетельствования колесных пар (груженые вагоны с просроченными колесными парами пропускаются до места назначения).

При подкатке колесных пар под вагоны необходимо, чтобы: прокат ободов стальных колес не превышал при капитальном ремонте 2 мм, при деповском – 3 мм; толщина бандажей не должна быть менее: при капитальном ремонте – 25 мм, при деповском – 22 мм; толщина гребня стального колеса, измеренная на расстоянии 18 мм от вершины гребня, допускается: при капитальном ремонте – 23 мм, при деповском – 19 мм.

Формирование новых и ремонт со сменой элементов колесных пар узкой колеи производится на ремонтных заводах и ВКМ. Запрессовку осей в колеса производят с усилиями (на каждые 100 мм диаметра подступичной части) 22–35 кН.

Обод после обточке по профилю катания проверяют максимальным шаблоном, при этом допускаются отклонения (просвет) от нормального профиля не более 1 мм по высоте гребня; 0,5 мм – по поверхности катания, поверхности гребня и внутренней грани бандажа. Разность диаметров стальных колес, насаженных на одну ось, после обточке не должна превышать 1 мм, если же колесная пара не обтачивалась, то допускается до 2 мм. У колес, находящихся в эксплуатации, эта разность диаметров не должна превышать 3 мм. Не допускается, чтобы овальность колес после обточке была более 0,5 мм и 1 мм у колес, не подвергающихся обточке. Конусность шеек осей после обточке более 0,3 мм не допускается. Если шейки не обтачивались, то в этом случае конусность допускается 0,5 мм, при этом обратная конусность, то есть больший диаметр на конус шейки оси не допускается.

Расстояние между внутренними гранями ободов колес для колеи 1435 мм (западноевропейская) должно быть 1360 ± 3 мм.

8.2 Особенности ремонта и формирования колёсных пар путевых машин, автомотрис и мотовозов

На сети железных дорог кроме грузопассажирского подвижного состава находятся в эксплуатации различные путевые машины, автомотрисы и мотовозы:

- путеукладочные краны УК-25; УК-125; УК-12Д и пр.;
- моторные платформы МПД и МПУ;
- погрузочные краны ПКД;
- мотовозы электростанции МЭС;
- автодрезины АТИ, АГМу, АС-1, ДМ;
- мотовозы МК 2/15 и др.;
- шпалоподбивочные машины ШПМ-2 и др.

Колесная пара является одной из наиболее ответственных частей путевой машины. Высококачественное освидетельствование, ремонт и формирование колесных пар обеспечивают безопасность движения путевых машин. Каждая колесная пара должна иметь установленные четко поставленные знаки о времени и месте ее формирования и полного освидетельствования, а также клеймо о приемке ее при формировании. Знаки и клейма должны ставиться в местах,

предусмотренных действующей инструкцией на производство работ. Кроме того, элементы колесных пар должны иметь знаки и клейма, установленные соответствующими стандартами и техническими условиями.

Формирование, освидетельствование и ремонт колесных пар с монтажом и демонтажом бус с роликовыми подшипниками должны производиться на предприятиях вагонного хозяйства железных дорог, имеющих необходимое оборудование и права на освидетельствование, и на заводах ЦТВР МПС. Элементы каждой колесной пары должны проверяться дефектоскопами согласно руководству [22]. Запрещается подкатывать под путевые машины, мотовозы и автодрезины колесные пары, не отвечающие требованиям действующих инструкций.

Путевые машины, автодрезины и мотовозы оборудуются колесными парами согласно утвержденным рабочим проектам машин и техническим условиям на их производство, обязательным для заводов-изготовителей. Проектные технические характеристики колесных пар (путевых машин, автодрезин и мотовозов) представлены в таблице 8.4.

Таблица 8.4 – Проектные технические характеристики колесных пар путевых машин, автодрезин и мотовозов

Наименование колесных пар	Размеры в миллиметрах		
	по кругу катания	подступичной части оси	шейки оси
Ведущие колесные пары укладочных кранов, моторных платформ, погрузочных кранов	950	185	120
Ведущие колесные пары мотовозов-электростанций МЭС	1050	185	120
Ведущие колесные пары мотовозов МК и дрезин АТМ, АС и ДУ	650	118	90
Колесные пары шпалоподбивочных машин ШМП	520	100	85

Колесные пары путевых машин (ПМ), автодрезин (АД) и мотовозов (МВ) за время своей службы должны подвергаться следующим видам осмотра и освидетельствования:

- текущему осмотру без выкатки колесных пар из-под машин;
- обыкновенному освидетельствованию колесных пар;
- полному освидетельствованию колесных пар;
- освидетельствованию колесных пар с распрессовкой элементов.

При текущем осмотре производятся:

- осмотр поверхности катаных колес для выявления ползунов, выбоин, отколов, блинных мест на ободу и гребне колеса;
- проверка ослабления посадки колеса на оси и сдвига по контрольным рискам;
- осмотр открытых частей осей для выявления протертых мест и трещин.

Обыкновенное и полное освидетельствование колесных пар с промежуточной и полной ревизией буксовых узлов производится в вагонных депо

дорог и на вагоноремонтных заводах в установленные сроки, оговоренные действующей Инструкцией по эксплуатации. При о б ы к н о в е н н о м о с в и д е т е л ь с т в о в а н и и:

- колесную пару выкатывают и очищают от грязи;
- осматривают части оси, доступные для осмотра с целью выявления поломок и повреждений; одновременно осматриваются места сопряжения колес с осью (выявление признаков ослабления и сдвига колес на оси);
- осматривают колеса для выявления трещин и других дефектов;
- производится осмотр всей поверхности катания и гребней колес для обнаружения дефектов: ползунов, выбоин, проката; трещин на поверхности катания, ободе и диске колеса с установлением их размеров и количества;
- измеряют диаметр колес по кругу катания, толщину их гребней, а также расстояние между внутренними торцовыми гранями ободов колес;
- осматривают поверхности шестерен ведущих колес для выявления дефектов;
- производят промежуточную (при необходимости – полную) ревизию буксовых узлов колесных пар.

При п о л н о м о с в и д е т е л ь с т в о в а н и и:

- производят все операции, предусмотренные освидетельствованием колесных пар и полную ревизию их буксовых узлов;
- разбирают осевой редуктор;
- осуществляют очистку колесных пар вываркой в специальных устройствах с последующей протиркой насухо (или обмывка в камерных моечных машинах с обдувкой подогретым воздухом);
- производят дефектоскопическую проверку колесной пары, замер шеек оси под буксовые подшипники, маркировку колесной пары о полном освидетельствовании.

Освидетельствование с распрессовкой элементов колесной пары производится на ВРЗ или ВКМ при необходимости смены любого элемента колесной пары (колеса, оси, шестерни, подшипников осевого редуктора).

При распрессовке производят следующие технологические операции:

- все работы, предусмотренные полным освидетельствованием колесных пар;
- распрессовку колесных пар;
- дефектоскопическую проверку всех элементов колесной пары;
- замену негодных элементов колесной пары;
- формирование колесной пары.

Правильность положения напрессованных элементов относительно середины оси в момент запрессовки и после запрессовки проверяется при помощи шаблонов. Разница расстояний от внутренних граней колес и бандажей до середины оси допускается не более 1 мм.

Колесная пара, прошедшая полное освидетельствование и переформирование, должна соответствовать установленным техническим требованиям в соответствии с действующей инструкцией на ремонт и формирование колесных пар ПМ, АД и МВ.

Запрещается подкатывать под ПМ, АД и МВ и допускать к эксплуатации колесные пары, у которых имеется хотя бы одна из следующих неисправностей:

- трещина в любой части оси;
- задиры на предподступичной части оси или шейках под буксовые подшипники и подшипники корпуса осевого редуктора;
- протертое место на оси глубиной более 2,5 мм;
- трещины в ободе, диске, ступице колеса или колесного центра, трещины в спицах литого центра или бандажа;
- ослабление ступицы колеса или центра оси и ослабление бандажа на ободе;
- ослабление осевой шестерни на оси или на удлиненной ступице колесного центра;
- выщербины или раковины на поверхности катания литых и цельнокатанных колес и бандажей глубиной более 3 мм или при их длине свыше 25 мм;
- ползун (выбоина) на поверхности катания более 1 мм;
- прокат по кругу катания более 8 мм;
- расстояние между внутренними гранями ободов колес более 1443 или менее 1438 мм, а разница расстояний между внутренними гранями (в разных точках) – более 2 мм;
- толщина гребня, измеренная на расстоянии 18 мм от его вершины, более 33 мм или менее 25 мм;
- отколы на поверхности катания, гребне, диске и ступице колеса более допустимых.

При подкатке колесных пар под ПМ, АД и МВ диаметр колес по кругу катания на обеих колесных парах, подкатываемых под одну машину, может иметь разницу в пределах до 1 мм. Необходимо проверить при подкатке соответствие передаточного отношения осевого редуктора с паспортными данными машины. Не допускаются к эксплуатации колесные пары с просроченными сроками полного освидетельствования, не имеющие клейм формирования. Колесные пары и их элементы не должны иметь износов или отступлений от установленных размеров сверх допустимых по условиям эксплуатации и требований ремонта.

К ремонту колесных пар без смены элементов относятся:

- обточка поверхностей катания колес;
- обточка и шлифовка шеек осей;
- сварочные работы;
- шлифовка посадочных мест на средней части оси под подшипники скольжения редуктора, исправление дефектов колец, осевой шестерни, резьбы на оси и других деталей.

При обточке по профилю катания колес должны быть проверены расстояния от внутренней грани колеса до торца оси. Разница расстояний у одной колесной пары с правой и левой сторон должна быть не более 3 мм. Разность диаметров колес по кругу катания у одной обточенной колесной пары, овальность и эксцентricность относительно поверхности шейки или подступичной части оси допускается не более 0,5 мм. Обточка колесных пар может производиться при условии, что толщина обода после обточки будет в пределах установленных норм.

При ремонте сваркой разрешается для зубчатых колес колесных пар наплавлять (дополнительно к осям):

- внутреннюю посадочную поверхность ступицы центра зубчатого колеса;
- изношенные торцевые поверхности ступицы центра колеса;
- центр колеса по наружному диаметру.

Магнитному контролю подлежат следующие элементы колесных пар ПМ, АД и МВ:

- шейки осей (под буксовые и моторно-осевые подшипники);
- предподступичные части оси;
- подступичные части оси при формировании или освидетельствовании колесных пар с распрессовкой элементов;
- средняя часть оси;
- поверхности бандажа колеса;
- зубья венца зубчатого колеса или осевой конической шестерни.

После проверки дефектоскопами детали колесных пар должны быть размагничены. Результаты контроля элементов колесных пар дефектоскопом должны быть зарегистрированы в журнале.

При подкатке под машины колесные пары должны регистрироваться в соответствующих журналах колесных цехов.

Исключение колесных пар из инвентаря производится на вагоноремонтных заводах и ВКМ в случае, если:

- ось не пригодна к дальнейшей эксплуатации;
- колесные пары устаревших типов.

В каждом пункте эксплуатации, ремонта и формирования колесных пар должны вестись книги, журналы, ведомости по учету и ремонту, освидетельствованию колесных пар установленного образца.

Величины давлений при прессовых работах не должны превышать следующие величин:

- у ведущих и ведомых колесных пар путеукладочных машин – 70–90 кПа, мотовозов и дрезин – 45–65 кПа;
- у ведущих колесных пар шпалоподбивочных машин – 37–55 кПа, мотовозов-электростанций – 70–95 кПа;
- при напрессовке осевой шестерни у ведущих и ведомых колес путеукладочных машин, мотовозов, автодрезин – 35–60 кПа.

Величины натягов при запрессовке колесных пар (колесо или колесный центр на ось) должны быть 0,15–0,25 мм. При запрессовке шестерни на ось колесной пары величина натяга – 0,2–0,3 мм. Окончательная величина натягов устанавливается ремонтными предприятиями по типам соединений для единиц подвижного состава на основании действующей инструкции по освидетельствованию, ремонту и формированию колесных пар путевых машин, автодрезин и мотовозов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ ПО ИЗУЧЕННОМУ МАТЕРИАЛУ

Раздел 1

- 1 Основные типы колёсных пар вагонов используемых на железнодорожном транспорте.
- 2 Назовите основные элементы колесной пары.
- 3 Основные размеры колёсных пар, сформированных из новых элементов.
- 4 Основные элементы осей и их размеры.
- 5 Какие цельнокатаные колёса по конструкции дисков применяются под вагонами.
- 6 Основные элементы и размеры цельнокатаных колёс.
- 7 Основные параметры профиля катания колеса.
- 8 Материал изготовления осей и колёс.
- 9 Перечислите способы изготовления заготовок вагонных осей и дайте характеристику каждому из них.
- 10 Чем определяется прочность соединений с натягом колесных пар.
- 11 Чем обуславливается напряженное состояние соединений с гарантированным натягом колесных пар в эксплуатации.
- 12 Какие факторы влияют на образование и скорость нарастания дефектов.

Раздел 2

- 1 Что такое припуск на обработку.
- 2 Из каких составляющих складывается суммарная величина минимального припуска.
- 3 Перечислите виды точения и охарактеризуйте их.
- 4 Перечислите способы получения фасонных поверхностей.
- 5 Охарактеризуйте процессы сверления, нарезания резьбы, шлифования и фрезерования при выполнении работ на колесных парах.
- 6 Охарактеризуйте процессы сварки, наплавки и термической обработки.
- 7 Перечислите требования, предъявляемые к осям при механической обработке.
- 8 Назовите стадии механической обработки осей и дайте их краткую характеристику.
- 9 Перечислите требования, предъявляемые к колесам при обработке резанием.
- 10 Приведите характеристику направлений совершенствования технологии механической обработки деталей.

- 11 Какие клейма наносятся на оси колёсных пар.
- 12 Какие клейма наносятся на цельнокатанные колёса.
- 13 Что такое накатка и к чему она приводит.
- 14 Клейма и знаки наносимые на колёсные пары относящиеся к ремонту.

Раздел 3

- 1 Факторы, вызывающие снижение усталостной прочности осей колесных пар в зонах напрессовок.
- 2 Приведите признаки, по которым классифицируются неисправности колесных пар, причины их возникновения и способы устранения.
- 3 Как увеличить несущую способность вагонных осей в соединениях с гарантированным натягом.
- 4 Виды повреждения поверхности катания колёс.
- 5 Виды повреждения вагонных осей.
- 6 Основной вид разрушения соединений с натягом.
- 7 Причины возникновения ползуна.
- 8 Виды повреждения вагонных колёс.
- 9 В чем опасность вертикального подреза гребня.
- 10 В чем опасность больших значений равномерного проката.
- 11 Тонкий гребень, опасность для движения поездов.
- 12 Виды проката, причины возникновения.

Раздел 4

- 1 Какие существуют виды ремонта колесных пар? Приведите их характеристику.
- 2 В каких случаях производят средний ремонт (полное освидетельствование) колесных пар.
- 3 Какие требования предъявляют к колесным парам при освидетельствовании и ремонте.
- 4 Назовите принципы, которые необходимо учитывать при организации производственного процесса.
- 5 Показатели производственного процесса.
- 6 Чем определяется производственная структура колесных цехов.
- 7 Что входит в состав колесных цехов ВРЗ и колесно-роликовых участков вагонных депо.
- 8 Чем определяется производственная структура колёсных цехов.
- 9 Принцип размещения оборудования в колёсном участке или цехе.

Раздел 5

- 1 Какие работы производятся в колесном парке.
- 2 На какие участки подразделяется колесный парк, для чего они предназначены и какие работы там выполняют.

3 Назовите требования, которые должны выполняться при хранении колесных пар и их элементов.

4 В чем заключается организация работы в колесном парке.

5 Назовите способы очистки колесных пар.

6 Охарактеризуйте процесс распрессовки колесных пар.

7 В чем заключается обработка подступичных частей оси.

8 Для чего производят накатку подступичных частей оси.

9 В чем заключается контроль при накатке.

10 В чем заключается процесс расточки и приточки колесных пар.

11 В чем сущность процесса формирования колесных пар.

12 Что влияет на уровень конечных запрессовочных усилий.

13 Что контролируют по индикаторной диаграмме.

14 Что влияет на характер диаграммы и величину конечного усилия при механической запрессовке.

15 Каким образом производят подбор элементов колесных пар при формировании.

16 В чем заключается подготовка поверхностей при запрессовке.

17 Что фиксируют на бланках диаграмм механической запрессовки.

18 Охарактеризуйте процессы обработки поверхностей катания колес, шеек и предподступичных частей оси.

19 Какой инструмент используется при измерении колесных пар.

20 Назовите формы учета и отчетности, которые должны вестись при освидетельствовании и ремонте колесных пар.

21 Какие виды оборудования используются в колесных цехах.

22 Приведите краткую характеристику оборудования по видам выполняемых работ.

23 Дополнительный контроль прочности напрессовки колёс на оси.

24 Какие гидропрессовые технологии используются для формирования-расформирования колёсных пар вагонов.

25 Преимущества гидропрессовой технологии.

26 Факторы влияющие на уровень конечных запрессовочных усилий.

27 Основные отклонения на диаграммах запрессовки, причина и алгоритм действия.

Раздел 6

1 Какое оборудование используется для магнитной дефектоскопии колёсных пар.

2 Какое оборудование используется для ультразвуковой дефектоскопии колёсных пар.

3 Контроль проникающими веществами колёсных пар вагонов.

4 Оборудование для вихретокового контроля колёсных пар вагонов.

5 Оборудование для прессовых работ.

6 Какое оборудование используется для обточки поверхности катания колёс.

7 Виды неразрушающего контроля, применяемые для проверки колёсных пар вагонов.

8 Какое оборудование используется для обработки вагонных осей.

Раздел 7

1 Какие виды устройств используются для смазки металлорежущих станков.

2 В чем заключается подготовка смазочных материалов.

3 Какие бывают присадки в масло и для чего их используют.

4 Назовите параметры, используемые для оценки свойств пластичных смазочных материалов.

5 Как и для чего производят очистку смазочных материалов.

6 Назовите случаи, при которых запрещается включать оборудование.

7 Какие методы используются при организации ремонта оборудования.

8 С какой целью производят планово-предупредительный ремонт оборудования.

9 Какие существуют виды планового ремонта? Дайте характеристику каждого из них.

10 В чем заключается межремонтное обслуживание.

11 Какие работы выполняются при малом, среднем и капитальном ремонтах оборудования.

12 Что необходимо для правильной организации ремонтных работ.

13 Какие проверки производят при контроле точности колесотокарных и карусельных станков.

23 Роль инструментального хозяйства в производственном процессе ремонта колесных пар.

Раздел 8

1 Назовите особенности конструкции колесных пар вагонов узкой колеи.

2 Назовите технологические операции выполняемые при обыкновенном освидетельствовании колесных пар вагонов узкой колеи.

3 С какими неисправностями запрещается подкатывать колесные пары под вагоны узкой колеи.

4 Что необходимо соблюдать при подкатке колесных пар под вагоны.

5 Каким видам осмотра и освидетельствования подвергаются колесные пары ПМ, АД и МВ.

6 Какие работы производятся при текущем осмотре колесных пар.

7 Какие работы производятся при обыкновенном освидетельствовании колесных пар.

8 Какие работы производятся при полном освидетельствовании колесных пар.

9 Какие технологические операции выполняют при распрессовке колесных пар ПМ, АД и МВ.

10 Перечислите неисправности колесных пар, при которых запрещается их подкатка под ПМ, АД и МВ.

11 Что разрешается наплавлять у зубчатых колес колесных пар при ремонте.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ

Таблица А.1 – Последовательность технологических операций изготовления вагонной оси на прессе

Наименование операций	Оборудование, приспособления и инструмент	Режимы и условия выполнения операций
1 Загрузка заготовки в печь для нагрева	Мостовой кран	Загрузка производится по номерам плавок
2 Нагрев заготовки и подача к прессу	Методическая печь с толкателем	Нагрев до температуры 1170–1200 °С в течение 3–5 ч
3 Ковка первой половины заготовки (обжатие углов. Протяжка на диаметр 212 мм подкатка конусной части середины оси, ковка подступичной части и шейки)	Гидравлический пресс с усилием 10 МН, трехручьевого штампа, манипулятор-кантователь	Начало ковки при температуре 1100–1200 °С, конец – при температуре не ниже 800 °С
4 Поворот поковки	Консольно-поворотный кран с захватами	–
5 Ковка второй половины заготовки	То же, что в п. 3	То же, что в п. 3
6 Маркировка поковки	Пресс, маркировочная колодка	
7 Проверка основных размеров поковки	Набор мерителей и калибров	Замеры производятся в горячем состоянии
8 Загрузка поковки в печь для нормализации	Методическая нормализационная печь с толкателем	Температура нормализации 840–870 °С, время нагрева 3,5–5 ч
9 Правка заготовки после нормализации	Гидравлический пресс с усилием 15 МН, штампы для правки	Температура заготовки не менее 600 °С. Процесс правки осуществляется за четыре хода пресса с поворотом на 90°
10 Охлаждение заготовки после правки	Стеллажи	Охлаждение производится вплотную или с раскаткой в зависимости от содержания углерода
11 Очистка заготовки от окалины	Установка для очистки от окалины	–
12 Контроль размеров заготовки	Мерительный инструмент	Контроль производится в холодном состоянии
13 Обработка торцов заготовки и ультразвуковой контроль	Специальный фрезерный станок, ультразвуковой дефектоскоп типа УЗД-56М или УЗД-64	–
14 Окончательная приемка оси и клеймение	Набор клейм	–

Таблица А.2 – Последовательность технологических операций при изготовлении колеса

Наименование операций	Оборудование, приспособления и инструмент	Режимы и условия выполнения операций
1 Подбор исходного материала заготовки колеса	–	Слитки должны иметь клеймо с номером плавки
2 Резка слитка на заготовки	Слиткорезной станок	Шейки между заготовками должны быть в пределах 150–160 мм.
3 Ломка надрезанного слитка	Гидравлический слитколоматель	Усилие прессы 2–4 МН. На каждую заготовку ставят клеймо с номером плавки
4 Нагрев заготовок	Методическая четырехзонная печь	Время нагрева 5–6 ч. Температура перед выдачей из печи 1280–1300 °С
5 Предварительное обжатие заготовки для удаления окалины	Гидравлический пресс усилием 30 МН	Окалина удаляется водой
6 Окончательное обжатие в калибровочном кольце до его заполнения	То же	То же
7 Разгонка металла пуансоном и наметка отверстия под ступицу	”	Заготовка на разгонку поступает вместе с калибровочным кольцом
8 Формовка заготовки колеса с окончательными размерами ступицы, диска у ступицы и отверстия в ней	Гидравлический пресс усилием 70 МН	Операция проводится в формовочных штампах за один ход прессы
9 Прокатка колеса с раскаткой диска у обода, обода с гребнем и поверхностью катания и получение номинальной ширины обода, наружного и внутреннего диаметров колеса	Семивалковый колесопрокатный стан	Время прокатки колеса 22–35 с. Температура металла после прокатки должна быть 1020–1040 °С
10 Выгибка диска, калибровка колеса по боковым поверхностям, маркирование обода по боковой наружной поверхности	Калибровочный гидравлический пресс усилием 30 МН. Верхний и нижний выгибные штампы. Матрица с клеймами	Температура металла после калибровки не ниже 940 °С
11 Прочистка отверстия	Гидравлический пресс	–
12 Контроль размеров колеса	Измерительный инструмент	Через каждые 10 колес
13 Противфлюксовая обработка	Конвейерная печь	Температура до 680 °С
14 Осмотр и обмер колес	Измерительный инструмент	–
15 Предварительная обработка резанием перед термообработкой	Полуавтоматический токарно-карусельный станок модели 1Д502	–

Окончание таблицы А.2

Наименование операций	Оборудование, приспособления и инструмент	Режимы и условия выполнения операций
16 Термообработка колеса	Кольцевые четырехзонные печи	Продолжительность нагрева под закалку 2–3 ч при температуре 860–920 °С. Закалка при температуре 820–80 °С обрызгиванием струями теплой воды (25–35 °С). Отпуск – в отпускных печах при температуре 450–520 °С в течение 2,5–4 ч
17 Очистка от окалины	Дробеметная камера	–
18 Окончательная обработка резанием после термообработки	Полуавтоматический токарно-карусельный станок модели 1Д502	–

Таблица А.3 – Последовательность технологических операций при распрессовке колесной пары

Наименование операций	Тип пресса	Оборудование и приспособления	Норма времени $T_{н}$, чел.·мин
1 Подвести кран-балку к колесной паре	П-447	Кран-балка	0,42
2 Колесную пару: – установить на захватные приспособления		”	0,58
– поднять		”	0,20
– подать на пресс, установить в подвижной бабке		”	0,83
3 Надеть кольцо на неподступичную часть оси и втулку на шейку оси		–	0,55
4 Включить электродвигатель пресса для создания предварительного давления		–	0,18
5 Проверить совпадение геометрических осей колесной пары и плунжера		Кран-балка	0,34
6 Включить рабочее давление		–	0,08
7 Подвести плунжер к торцу оси колесной пары		–	0,31
8 Распрессовать колесо колесной пары		Пресс	1,28
9 Выключить электродвигатель пресса		–	0,18
10 Снять втулку с шейки оси и кольцо с неподступичной части оси		–	0,61
11 Снять колесную пару с распрессованным колесом с пресса	Кран-балка	0,45	
12 Раскрепить захватные приспособления	–	0,01	

Окончание таблицы А.3

Наименование операций	Тип прессы	Оборудование и приспособления	Норма времени T_{ii} , чел.·мин	
13 Снять колесо с оси и поставить к вертикальной стойке	П-447	Кран-балка	0,47	
14 Повернуть ось с нераспрессованным колесом		”	1,00	
15 Опустить ось с колесом, укрепить захватные приспособления		”	0,10	
16 Установить колесную пару на захватные приспособления талей кран-балки		”	0,10	
17 Поднять ось и колесо		Кран-балка	0,20	
18 Подать ось нераспрессованным колесом на пресс, установить в передвижной бабке прессы		”	0,83	
19 Надеть кольцо на неподступичную часть оси и втулку на шейку оси		—	0,55	
20 Включить электродвигатель прессы для создания предварительного давления		—	0,18	
21 Проверить совпадение геометрических осей колесной пары и плунжера		Кран-балка	0,34	
22 Включить рабочее давление		—	0,08	
23 Подвести плунжер к торцу оси колесной пары		—	0,31	
24 Распрессовать второе колесо		Пресс	1,28	
25 Выключить электродвигатель прессы		—	0,18	
26 Снять втулку с шейки оси и кольцо с неподступичной части оси		—	0,61	
27 Снять ось и колесо с прессы		Кран-балка	0,45	
28 Снять колесо с оси и поставить к вертикальной стойке		”	0,47	
29 Убрать ось с рабочего места		Мостовой кран	1,04	
ИТОГО				14,30

Таблица А.4 – Сводная ведомость по затратам времени на расформирование колесной пары

Критерий затрат времени	Норматив, % от оперативного времени	Всего, чел.·мин
$T_{оп}$	—	14,30
$T_{пз}$	1,92	0,28
$T_{об}$	3,68	0,52
$T_{л}$	3,02	0,43
$T_{общ}$	8,62	15,53

Таблица А.5 – Последовательность технологических операций обработки подступичных частей оси колёсной пары

Наименование перехода	Тип станка	Оборудование, приспособление и инструмент	Режимы резания				Обработать подступичные части оси колёсной пары						
			частота вращения, об/мин	глубина резания, мм	подача на один оборот, мм/об	число проходов	новую		старогодную				
							Норма времени, чел-мин						
							T_0 – основное	T_B – вспомогательное	$T_{оп}$ – оперативное	T_0 – основное	T_B – вспомогательное	$T_{оп}$ – оперативное	
1 Подать ось на станок	М163	Кран-балка	–	–	–	–	–	1,32	1,32	–	1,32	1,32	
2 Закрепить ось на станке		–	–	–	–	–	–	0,36	0,36	–	0,36	0,36	
3 Измерить диаметры подступичных частей оси		Микрометрическая скоба	–	–	–	–	–	–	0,53	0,53	–	0,53	0,53
4 ОБТОЧИТЬ С ЛЕВОЙ СТОРОНЫ:													
– подступичную часть оси (грубо)		Резец ТК (ВК)	200	2,5	1,6	1	1,00	0,50	0,5	–	–	–	–
– подступичную часть оси (чисто)		То же	250	0,5	0,6	1	2,09	0,97	3,06	2,09	0,93	3,02	3,02
– конус запрессовочный		Резец ТК (ВК), микрометрическая рычажная скоба	160	–	Ручн.	–	0,46	0,19	0,65	0,46	0,19	0,65	0,65
5 Накатать левую подступичную часть оси		Ролики	160	–	0,6	1	2,11	0,48	2,59	2,11	0,48	2,59	2,59
6 Перевернуть ось		Кран-балка	–	–	–	–	–	–	1,97	1,97	–	1,97	1,97
7 ОБТОЧИТЬ С ПРАВОЙ СТОРОНЫ:													
– подступичную часть оси (грубо)	Резец ТК (ВК)	200	2,5	1,6	1	1,00	0,43	1,43	–	–	–	–	
– подступичную часть оси (чисто)	То же	200	0,5	0,6	1	2,09	0,97	3,06	2,09	0,93	3,02	3,02	
– конус запрессовочный	Резец ТК (ВК), микрометрическая рычажная скоба	160	–	Ручн.	1	0,46	0,19	0,65	0,46	0,19	0,65	0,65	
8 Накатать правую подступичную часть оси	Ролики	160	–	0,6	1	2,11	0,48	2,59	2,11	0,48	2,59	2,59	
9 Измерить диаметры подступичных частей оси	Микрометрическая скоба	–	–	–	–	–	–	0,53	0,53	–	0,53	0,53	
10 Снять ось со станка	Кран-балка	–	–	–	–	–	–	1,56	1,56	–	1,56	1,56	
ИТОГО								11,32	10,48	21,80	9,32	9,47	18,79

Таблица А.6 – Последовательность технологических операций обработки ступицы колеса

Наименование перехода	Тип станка	Оборудование, приспособление и инструмент	Режимы резания				Норма времени, чел-мин								
			частота вращения, об/мин	глубина резания, мм	подача на один оборот, мм/об	число проходов	на расточку ступицы						на проверку ступицы		
							T_0 – основное	T_B – вспомогательное	$T_{оп}$ – оперативное	T_0 – основное	T_B – вспомогательное	$T_{оп}$ – оперативное	T_0 – основное	T_B – вспомогательное	$T_{оп}$ – оперативное
1 Установить колесо на станок и определить объём работы	М163	Кран-балка, измерительный инструмент	–	–	–	–	–	4,02	4,0	–	4,02	4,02	–	4,02	4,02
2 РАСТОЧИТЬ: – ступицу колеса (грубо)		Резец ТК (ВК), индикаторный нутромер, шаблон	160	5,5	0,48	1	2,70	1,73	4,43	2,70	1,73	4,43	–	–	–
– ступицу колеса (чисто)		То же	125	0,5	0,48	1	3,28	1,31	4,59	3,28	1,31	4,59	0,83	0,42	4,59
4 Скруглить внутреннюю кромку		Резец ТК (ВК), шаблон	160	–	–	1	0,83	0,42	1,25	0,83	0,42	1,25	0,83	0,42	1,25
5 Обточить наружный торец ступицы		Резец ТК (ВК), шаблон	160	3,0	0,48	1	0,65	0,63	1,28	–	–	–	–	–	–
6 Скруглить наружную кромку		Резец ТК (ВК), шаблон	160	–	–	1	0,83	0,79	1,62	0,83	0,79	1,62	0,83	0,79	1,62
7 Снять колесо со станка		Кран-балка	–	–	–	–	–	1,31	1,31	–	1,31	1,31	–	1,31	1,31
8 Измерить ступицу колеса для приточки к оси		Индикаторный нутромер, микрометрическая скоба	–	–	–	–	–	1,17	1,17	–	1,17	1,17	–	1,17	1,17
ИТОГО							8,29	11,38	19,67	7,64	10,75	18,39	4,94	9,02	13,96

Таблица А.7 – Сводная ведомость по затратам времени на обточку колёсной пары по профилю катания

Критерий затрат времени	Норматив, % от оперативного времени	Всего, чел-мин
$T_{оп}$	–	47,87
$T_{пз}$	3,44	1,65
$T_{об}$	5,46	2,61
$T_{л}$	1,74	0,83
$T_{общ}$	10,64	52,96

Таблица А.8 – Сводная ведомость по затратам времени на обработку ступицы колеса

Критерий затрат времени	Норматив в % от оперативного времени	Всего, чел-мин		
		необработанная	грубообработанная	На проверку ступицы
$T_{оп}$	–	19,67	18,39	13,96
$T_{пз}$	2,46	0,48	0,45	0,34
$T_{об}$	5,12	1,01	0,94	0,71
$T_{л}$	1,74	0,34	0,32	0,24
$T_{общ}$	9,32	21,50	20,10	15,25

Таблица А.9 – Последовательность технологических операций при формировании колесной пары

Наименование операций	Тип прессы	Оборудование и приспособления	Норма времени $T_{п}$, чел-мин
1 Разметить середину оси	П-447	Измерительная скоба, молоток, керн	0,78
2 Подать ось к прессу		Тележка	0,63
3 Подвести кран-балку к оси		Кран-балка с электроталью	0,42
4 Поднять ось		Электроталь	0,20
5 Выкатить тележку из зоны прессы		Тележка	0,10
6 Опустить ось		Электроталь	0,27
7 Подвести колесо к оси		”	0,50
8 Протереть и смазать подступичную часть оси и внутреннюю поверхность ступицы		Салфетка техническая, сосуд с маслом, кисть	0,97
9 Завести ось в ступицу колеса		Электроталь	0,31
10 Подать ось и колесо на пресс установить в передвижной бабке		”	0,83
11 Включить электродвигатель прессы для создания предварительного давления		–	0,18
12 Проверить совпадение геометрических осей колесной пары и плунжера прессы		–	0,34
13 Включить рабочее давление прессы		–	0,02
14 Запрессовать колесо на ось		Пресс, шаблон	2,08
15 Выключить электродвигатель прессы		–	0,18

Окончание таблицы А.9

Наименование операций	Тип пресса	Оборудование и приспособления	Норма времени $T_{н}$, чел·мин	
16 Снять и повернуть ось с запрессованным колесом с пресса	П-447	Кран-балка	1,00	
17 Подвести второе колесо к оси		”	0,50	
18 Протереть и смазать подступичную часть оси и внутреннюю поверхность ступицы колеса		Салфетка техническая, сосуд с маслом, кисть	0,97	
19 Завести ось в ступицу колеса		Электроталь	0,31	
20 Подать колесную пару на пресс, установить в передвижной бабке		Кран-балка с электроталью, пресс	0,83	
21 Включить электродвигатель пресса для создания предварительного давления		–	0,18	
22 Проверить совпадение геометрических осей колесной пары и плунжера		–	0,34	
23 Включить рабочее давление пресса		–	0,02	
24 Запрессовать второе колесо на ось		Пресс, шаблон	2,08	
25 Выключить давление пресса		–	0,18	
26 Замерить расстояние между внутренними гранями колес		Штангенциркуль	0,37	
27 Снять колесную пару с пресса		Кран-балка	0,82	
ИТОГО				15,33

Таблица А.10 – Сводная ведомость по затратам времени при формировании колесной пары

Критерий затрат времени	Норматив, % от оперативного времени	Всего, чел·мин
$T_{оп}$	–	15,33
$T_{пз}$	1,92	0,29
$T_{об}$	3,68	0,56
$T_{л}$	3,02	0,46
$T_{общ}$	8,62	16,64

Таблица А.11 – Последовательность технологических операций при опробовании ступиц колес на аксиальный сдвиг

Наименование операций	Тип пресса	Оборудование и приспособления	Норма времени $T_{н}$, чел·мин
1 Отвести подвижную бабку к задней стойке	П-447	–	0,93
2 Установить колесную пару на прессе		Кран-балка	0,83
3 Включить электродвигатель пресса для создания рабочего давления		–	0,18

Окончание таблицы А.11

Наименование операций	Тип прессы	Оборудование и приспособления	Норма времени $T_{н}$, чел.·мин	
4 Испытать первое колесо на сдвиг	П-447	Пресс	1,09	
5 Выключить электродвигатель прессы		–	0,18	
6 Снять колесную пару с прессы и повернуть		Кран-балка	1,0	
7 Установить колесную пару на прессе		”	1,25	
8 Включить электродвигатель прессы для создания рабочего давления		–	0,18	
9 Испытать второе колесо на сдвиг		Пресс	1,09	
10 Включить электродвигатель прессы		–	0,18	
11 Отвести подвижную бабку в исходное положение		–	0,93	
12 Снять колесную пару с прессы		Кран-балка	0,82	
ИТОГО				8,66

Таблица А.12 – Сводная ведомость по затратам времени при проверке ступицы колеса на аксиальный сдвиг

Критерий затрат времени	Норматив, % от оперативного времени	Всего, чел.·мин
$T_{оп}$	–	8,66
$T_{пз}$	1,92	0,16
$T_{об}$	3,68	0,32
$T_{л}$	3,02	0,26
$T_{общ}$	8,62	9,40

Таблица А.13 – Последовательность технологических операций обточка, накатки и шлифовки шеек и предподступичных частей оси колёсной пары

Наименование перехода	Оборудование, приспособление и инструмент	Режимы резания				Норма времени, чел-мин		
		частота вращения, об/мин	глубина резания, мм	подача на один оборот, мм/об	число проходов	T_0 – основное	T_n – вспомогательное	$T_{оп}$ – оперативное
1 Подать колёсную пару на станок	Кран-балка	–	–	–	–	–	1,14	1,14
2 Закрепить колёсную пару на станке	–	–	–	–	–	–	1,83	1,83
3 Проверить размеры обрабатываемых поверхностей	Микрометрическая скоба	–	–	–	–	–	0,21	0,21
4 ОБТОЧНИТЬ:								
– шейку левую	Резец ТК или ВК	9,0	5,0	1,5	1	8,27	1,8	10,07
– шейку правую	”	–	–	–	–	–	–	–
– галтель заднюю правую R = 20 мм	”	9,0	5,0	1,5	1	8,27	1,35	9,62
– предподступичную часть правую	”	–	–	–	–	–	–	–
– галтель предподступичную правую R = 20 мм	”	9,0	5,0	Ручн.	–	1,28	0,14	1,42
– галтель заднюю левую R = 20 мм	”	9,0	5,0	”	–	1,28	0,17	1,45
– предподступичную часть левую	”	–	–	–	–	–	–	–
– галтель предподступичную левую R = 20 мм	”	–	–	–	–	–	–	–
5 НАКАТАТЬ:								
– галтель заднюю левую R = 20 мм		12	–	Ручн.	–	0,88	0,98	1,86
– шейку левую		12	1,0	1,5	1	6,31	1,49	7,80
– галтель заднюю правую R = 20 мм		12	–	Ручн.	–	0,88	0,53	1,41
– шейку правую		12	1,0	2,5	1	6,31	1,66	7,97
6 ШЛИФОВАТЬ:								
– предподступичную часть левую	Скоба ДК	–	–	–	–	–	0,63	0,63
– шейку левую	Штангенциркуль,	–	–	–	–	–	0,28	0,28
– предподступичную часть правую	Максимальный шаблон	–	–	–	–	–	0,25	0,25
– шейку правую		–	–	–	–	–	1,93	1,93
7 Снять колёсную пару со станка	Кран-балка	–	–	–	–	–	–	–
ИТОГО						33,48	14,39	47,87

Таблица А.14 – Последовательность технологических операций обточки колёсной пары по профилю катания

Наименование перехода	Тип станка	Оборудование, приспособление и инструмент	Режимы резания				Норма времени, чел-мин		
			частота вращения, об/мин	глубина резания, мм	подача на один оборот мм/об	число проходов	T_o	T_B	$T_{оп}$
1 Подать колёсную пару на станок	КЗТС	Кран-балка	–	–	–	–	–	1,14	1,14
2 Закрепить колёсную пару на станке		–	–	–	–	–	–	1,83	1,83
3 Измерить колесную пару		Микрометрическая скоба	–	–	–	–	–	0,21	0,21
4 ОБТОЧНИТЬ:									
– обод по поверхности катания, галтель гребня с наружной стороны и вершину гребня обдирочным резцом левого суппорта		Резец ТК или ВК	9,0	5,0	1,5	1	8,27	1,8	10,07
– обод по поверхности катания, галтель гребня с наружной стороны и вершину гребня обдирочным резцом правого суппорта		Резец ТК или ВК	9,0	5,0	1,5	1	8,27	1,35	9,62
– гребень с внутренней стороны обдирочным резцом левого суппорта		Резец ТК или ВК	9,0	5,0	Ручн.	–	1,28	0,14	1,42
– гребень с внутренней стороны обдирочным резцом правого суппорта		Резец ТК или ВК	9,0	5,0	”	–	1,28	0,17	1,45
– наружную фаску чашечным резцом правого суппорта		Резец ТК или ВК	12	–	”	–	0,88	0,98	1,86
– обод по профилю катания чашечным резцом правого суппорта		Резец ТК или ВК, линейка	12	1,0	1,5	1	6,31	1,49	7,80
– наружную фаску чашечным резцом левого суппорта		Резец ТК или ВК	12	–	Ручн.	–	0,88	0,53	1,41
– обод по профилю катания чашечным резцом левого суппорта		Резец ТК или ВК, линейка	12	1,0	2,5	1	6,31	1,66	7,97
5 ИЗМЕРИТЬ:									
– диаметры колёс	Скоба ДК	–	–	–	–	–	0,63	0,63	
– расстояние между внутренними гранями	штангенциркуль,	–	–	–	–	–	0,28	0,28	
– профиль	максимальный шаблон	–	–	–	–	–	0,25	0,25	
6 Снять колёсную пару со станка	Кран-балка	–	–	–	–	–	1,93	1,93	
ИТОГО							33,48	14,39	47,87

Таблица А.15 – Сводная ведомость по затратам времени на обработку подступичных частей оси

Критерий затрат времени	Норматив, % от оперативного времени	Всего, чел-мин	
		новые	старогодние
$T_{оп}$	–	21,80	18,79
$T_{пз}$	2,91	0,63	0,55
$T_{об}$	4,98	1,09	0,94
$T_{д}$	1,74	0,38	0,33
$T_{общ}$	9,63	23,90	20,61

Таблица А.16 – Наименьшие допускаемые диаметры осей колёсных пар при выпуске вагонов из всех видов ремонта [21]

Масса вагона, тонн брутто			Нагрузка от оси на рельсы, кН (тс)	Диаметры частей осей РУ1, РУ1Ш и РВ2Ш, мм			
восьми-осного	шести-осного	четырёхосный		шейка	предподступичная	подступичная	средняя
–	–	99,5–100,0	242,2 (25,0)	150 _{+0,045}	185 _{-0,066}	196	175
181–190	–	91,0–94,0	223,1–228,1 (22,75–23,5)	130 _{+0,005} (130,0010)*	164 ^{+0,020}	184	160,0
171–180	128–135	86,0–90,0	210,9–220,7 (21,5–22,5)	130 _{+0,005} (130,0040)*	164 ^{+0,020}	182	160
До 170	До 127,5	81,0–85,0	198,6–208,5 (20,25–21,25)	130 _{+0,005} (130,0010)*	164 ^{+0,02}	182	160
–	–	71,0–80,0	174,1–196,2 (17,75–20,0)	130 _{+0,005} (130,0040)*	164 ^{+0,020}	182	160
–	–	До 70	171,7 (17,5)	130 _{+0,005} (130,0040)*	164 ^{+0,020}	180	155

Таблица А.17 – Допускаемые размеры колёсных пар и их элементов при выпуске вагонов из всех видов ремонта [21] В миллиметрах

Изменяемые параметры	Вид ремонта вагона		
	капитальный	деповской	текущий отцепочный
Колёсные пары			
1 Расстояние между внутренними боковыми поверхностями ободов колёс	1436–1442	1438–1443	1438–1443*
2 Разность расстояний между внутренними боковыми поверхностями ободов колёс, измеренных в четырёх точках, расположенных в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, не более	2,0	2,0	2,0*
3 Разность расстояний между торцами предподступичной части оси и внутренними боковыми поверхностями ободов колёс с одной и другой стороны колёсной пары, не более	3,0	5,0	Не контролируется

Окончание таблицы А.17

Измеряемые параметры	Вид ремонта вагона		
	капитальный	деповской	текущий отцепочный
4 Разность диаметров колёс по кругу катания в одной колёсной паре, не более	1,0(0,5**)	1,0(0,5**)	1,0*
5 Отклонения от соосности круга катания колеса относительно поверхности шейки или подступичной части оси, не более	1,0	1,0	1,0*
Колёса			
1 Толщина диска колеса у обода, не менее	17,0	17,0	17,0*
2 Овальность колеса по кругу катания, не более	0,5	1,0	1,0*
3 Толщина обода колеса, не менее: - для вагонов с установленным межремонтным нормативом 110,0 тыс. км (или 1 и 2 года)	30	27	24
- для вагонов с установленным межремонтным нормативом 160,0 и 210,0 тыс. км (или 2 и 3 года)	40	35	24
4 Толщина гребня колеса	30,0–33,0	30,0–33,0	26,0–33,0
5 Равномерный прокат, не более	3,0 (2,0**)	5,0 (2,0**)	7,0
6 Неравномерный прокат колёс, не более: - колёсных пар, подкатываемых под вагон		0	1,0
- колёсных пар, невыкатываемых из-под вагона		0	1,5
7 Кольцевые выработки шириной не более 10,0 мм и глубиной, не более	0	0,5	0,5
8 Навар на поверхности катания колеса высотой, не более	Не допускается	Не допускается	0,5
9 Ползун на поверхности катания колеса глубиной, не более	Не допускается	Не допускается	0,5
10 Выщербины на поверхности катания колеса без трещин, идущих вглубь металла длиной не более 15,0 мм или глубиной не более	0	0	1,0
Оси			
1 Забоины, вмятины и протёртости на средней части оси, не более	Не допускается	Не допускается	2,0*
* Для подкатываемых колёсных пар. ** Для цистерн.			

Таблица А.18 – Станки для механической обработки элементов колёсных пар

Группа станков	Модель и фирма-изготовитель	Габариты, мм
1 Станки для отрезки концов осей заготовки	КЖ-4250 (КЗТС) AAZ (Нейлс)	6350x3700x2000 5700x1600x1300
2 Станки для черновой и получистовой обработки осей	1А832 (КЗТС) 1А833(КЗТС) ТОА 40Z (Пореба) ТОА 40W (Пореба)	6955x2150x2450 6335x2150x2450 6150x2400x1400 6150x2400x1400
3 Станки для накатки средней и подступичной части оси	КЖ 1843 (КЗТС) КЖ-18М (КЗТС)	5600x2350x1320 5650x1660x1240
4 Станки для обработки подступичный частей оси	1М63 (РЗС) 1А64 (РЗС) КЖ-1842 (КЗТС)	4950x1690x1420 5825x2000x1660 5600x2725x1325
5 Станки для обработки ступиц колеса	КС-412 (КСЗ им. Седина) 1501М (КСЗ им. Седина) 1А501 (КСЗ им. Седина) 1512 (КСЗ им. Седина) 1516 (КСЗ им. Седина)	3190x3360x4100 3790x1735x4240 3790x1735x4240 2875x3660x4100 3170x3030x4100
6 Колесотокарные станки	1936 (КЗТС) 1А936 (КЗТС) 1836 (КЗТС) 1836А (КЗТС) 1ТСН (Рафамет) 1ТСН/А (Рафамет) УВВ112 (Рафамет) УВС150 (Рафамет) УВС125 (Рафамет) 165 (Хегенштайрт)	3700x3400x2200 7950x3350x1870 7250x4480x1892 7250x4380x2340 5800x2210x1850 5800x2210x1850 8500x3900x1900 8700x3650x3250 9800x3600x3200 8200x3000x3000
7 Станки для обточки и накатки шеек осей колёсных пар	КЖ-1840 (КЗТС) КЖ-1841 (КЗТС) КЖ-1842 (КЗТС) ХАД-112 (Рафамет)	5024x2510x1275 5200x2725x1395 5600x2725x1325 5700x2750x2100

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

ТИПОВЫЕ НОРМЫ ВРЕМЕНИ НА ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ОПЕРАЦИИ

Таблица Б.1 – Типовая норма времени 1

Наименование работы		Единица измерения	Оборудование, инструмент, приспособление		Характеристика детали		Тарифный разряд работы	Норма времени, чел.-ч
Подступичные части новой оси колесной пары обточить и накатать с приточкой к ступице		Ось	Станки моделей 1А-64, 165, 1М-63Б, «Найлес», «Пореба»		Обрабатываемый материал – сталь $\sigma = 5,4$ МПа, масса 416 кг		5	0,35
№ установки	№ перехода	Содержание работы	Учитываемый фактор		Неполное штучное время на обработку, чел.-мин			
			диаметр обработки, мм	длина обработки, мм	последовательную		параллельную	
1	2	3	4	5	6	7	8	
					всего	в том числе до механической подгни	График работы, мин	
А		Ось на станок установить и объем работы определить	–	–	3,06	–		
	1	Обточить: подступичную часть оси первую (первый проход)	194	265	4,19	0,54		
	2	подступичную часть оси вторую (первый проход)	194	265	4,19	–		
	3	подступичную часть оси первую (второй проход)	194	265	4,19	0,39		
	4	подступичную часть оси вторую (второй проход)	194	265	4,19	–		
	5	запрессовочный конус второй	194	7÷15	0,72	–		
	6	Подступичную часть оси вторую накатать	194	265	4,19	0,51		

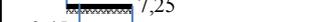
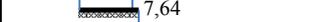
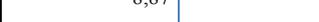
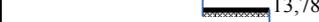
Окончание таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
	7	Запрессовочный конус первый обточить	194	7÷15	0,72	–	14,32
	8	Подступичную часть оси первую накатать	194	265	4,19	–	18,51
Б		Ось проверить и со станка снять	–	–	2,22		20,73
ИТОГО					31,86		20,73

Расчет нормы времени

Категория затрат времени	Норматив, % к штучному времени	Норма времени при параллельной обработке, чел.-мин
$T_{шт}$		20,73
$T_{па}$	3,44	0,71
T		21,44

Таблица Б.2 – Типовая норма времени 2

Наименование работы			Единица измерения	Оборудование, инструмент, приспособление		Характеристика детали		Тарифный разряд работы	Норма времени, чел.-ч
Подступичные части старой оси обточить и накатать с приточкой к ступице			Ось	Станки моделей 1А-64, 165, 1М-63Б, «Найлес», «Пореба»		Обрабатываемый материал – сталь $\sigma = 5,4$ МПа, масса 416 кг		5	0,276
№ установки	№ перехода	Содержание работы	Учитываемый фактор		Неполное штучное время на обработку, чел.-мин				
			диаметр обработки, мм	длина обработки, мм	последовательную		График работы, мин		
		всего			в том числе до механической подачи				
1	2	3	4	5	6	7	8		
А		Ось на станок установить и объем работы определить	–	–	3,06	–			
	1	Обточить подступичную часть оси первую	182	265	4,19	0,39			
	2	подступичную часть оси вторую	182	265	4,19	–			
	3	запрессовочный конус второй	182	7÷15	0,72	–			
	4	Подступичную часть оси вторую накатать	182	265	4,19	0,51			
	5	Запрессовочный конус первый обточить	182	7÷15	0,72	–			
Б	6	Подступичную часть оси первую накатать	182	265	4,19	–			
		Ось проверить и со станка снять	–	–	2,22	–			
ИТОГО					23,48				

Расчет нормы времени

Категория затрат времени	Норматив, % к штучному времени	Норма времени при параллельной обработке, чел.-мин
$T_{нш}$	3,44	16,00
$T_{пв}$		0,55
T		16,55

Таблица Б.3 – Типовая норма времени 3

Наименование работы		Единица измерения	Оборудование, инструмент, приспособление		Характеристика детали		Тарифный разряд работы	Норма времени, чел.-ч
Резьбу на оси колесной пары на роликовых подшипниках обточить (срезать)		Ось	Станки моделей 1А-64, 165, 1М-63Б, «Наильс», «Пореба», кран-балка, резец		Обрабатываемый материал – сталь $\sigma = 5,4$ МПа, масса 416 кг		4	0,126
№ установки	№ перехода	Содержание работы	Учитываемый фактор		Неполное штучное время на обработку, чел.-мин			
			диаметр обработки, мм	длина обработки, мм	последовательную		График работы, мин	
		всего			в том числе до механической подачи			
1	2	3	4	5	6	7	8	
А	1	Ось на станок установить	–	–	3,06	–		
	2	Обточить (срезать) резьбу на первой шейке оси	105	35	1,48	0,54		
Б		Обточить (срезать) резьбу на второй шейке оси	105	35	1,48			
		Ось проверить и со станка снять	–	–	2,22			
ИТОГО					8,42		7,30	

Расчет нормы времени

Категория затрат времени	Норматив, % к штучному времени	Норма времени при параллельной обработке, чел.-мин
$T_{нш}$	3,44	7,30
$T_{пз}$		0,25
T		7,55

Таблица Б.4 – Типовая норма времени 4

Наименование работы		Единица измерения	Оборудование, инструмент, приспособление	Характеристика детали		Тарифный разряд работы	Норма времени, чел.-ч
Резьбовую часть оси после наплавки обточить, резьбу нарезать		Ось	Станки моделей 1А-64, 165, 1М-63Б, «Найльс», «Пореба», кран-балка, резец	Обрабатываемый материал – сталь $\sigma = 5,4$ МПа, масса 416 кг		4	0,520
№ ус-та-новки	№ пере-хо-да	Содержание работ		Учитываемый фактор		Неполное штучное время на обработку, чел.-мин	
				диаметр обработки, мм	длина обработки, мм		
1	дв	3		4	5	6	
А		Ось на станок установить и объем работы определить				3,06	
		Обточить после наплавки на первой части оси:					
	1	торец с двух сторон		110	9	$1,52 \times 2 = 3,04$	
		резьбовую часть оси:					
	2	грубо		110	36	1,39	
		чисто		110	36	1,48	
	3	две фаски 4×45^0		110	4	$0,25 \times 2 = 0,50$	
	4	Нарезать резьбу (два прохода)		110	35	$3,01 \times 2 = 6,02$	
	5	Обточить после наплавки на второй части оси:					
		торец с двух сторон		110	9	$1,52 \times 2 = 3,04$	
	резьбовую часть оси:						
	грубо		110	36	1,39		
	чисто		110	36	1,48		
	две фаски 4×45^0		110	4	$0,25 \times 2 = 0,50$		
	Нарезать резьбу (два прохода)		110	35	$3,01 \times 2 = 6,02$		
Б	10	Ось проверить и со станка снять				2,22	
ИТОГО							30,14

Расчет нормы времени

Категория затрат времени	Норматив, % к штучному времени	Норма времени при параллельной обработке, чел.-мин
$T_{нш}$	3,44	30,14
$T_{пз}$		1,04
T		31,18

Таблица Б.5 – Типовая норма времени 5

Наименование работы		Единица измерения	Оборудование, инструмент, приспособление		Характеристика детали		Тарифный разряд работы	Норма времени, чел.-ч
Отверстие ступицы колеса расточить: необработанное		Колесо	Кран-балка, резец, индикаторный нутромер, шаблон, микрометрическая скоба		Обрабатываемый материал – сталь $\sigma = 7,8$ МПа, масса 402 кг		5	0,331
грубообработанное							5	0,303
Диаметр отверстия ступицы колеса проверить							5	0,230
№ установки	№ перехода	Содержание работы	Учитываемый фактор		Оперативное время, чел.-мин			
			диаметр обработки, мм	длина обработки, мм	на расточку отверстия		на проверку диаметра отверстия	
1	2	3	4	5	необработанного	грубообработанного	8	
А		Колесо на станок установить и снять	–	–	3,60	3,60	3,60	
		Отверстие ступицы колеса расточить:						
	1	грубо	173	207,5	4,00	4,00	–	
	2	чисто	184	197	5,37	5,37	5,37	
	3	Наружный торец ступицы колеса обточить	266	50	1,54	–	–	
		Кромку отверстия ступицы колеса скруглить:						
	4	наружную	184	10	1,25	1,25	1,25	
5	внутреннюю	184	10	1,25	1,25	1,25		
6	Диаметр отверстия ступицы колеса для приточки к оси проверить	190	–	1,17	1,17	1,17		
ИТОГО					18,18	16,64	12,64	

Расчет нормы времени

Категория затрат времени	Норматив, % от оперативного времени	Норма времени, чел.-мин		
		на расточку отверстия		проверку диаметра отверстия
		необработанного	необработанного	
$T_{оп}$		18,18	16,64	12,64
$T_{пз}$	2,46	0,447	0,409	0,311
$T_{об}$	5,12	0,931	0,851	0,647
$T_{пр}$	1,74	0,316	0,289	0,219
T		19,874	18,189	13,817

Таблица Б.6 – Типовая норма времени 6

Наименование работы		Единица измерения	Оборудование, инструмент, приспособление		Характеристика детали		Тарифный разряд работы	Норма времени, чел.-ч
Колесную пару по профилю катания обточить на станках КЗТС и «Рафамет»		Колесная пара	Станки КЗТС моделей 1А-936 и 936, «Рафамет» моделей УВВ-112 и УВА-112, кран-балка, универсальный прибор, штангенциркуль, максимальный шаблон, линейка, резец		Обрабатываемый материал – сталь $\sigma = 8,5$ МПа, масса 1220 кг		5	0,605
№ ус-тановки	№ пе-рехода	Содержание работы	Учитываемый фактор		Оперативное время, чел.-мин, на обработку			
			диаметр обработки, мм	длина обработки, мм	последовательную всего	в том числе до механической подачи	параллельную	
1	2	3	4	5	6	7	8	
А		Колесную пару на станок установить и определить объем работы Обточить:			3,12		3,12	
	1	обод по поверхности катания резцом первого обдирочного суппорта	950	103	4,86	1,02	7,78	
	2	вершину гребня резцом первого обдирочного суппорта	950	70	2,54	–	4,14 5,66	
	3	обод по поверхности катания резцом второго обдирочного суппорта	950	103	4,65	0,81	8,79	
	4	вершину гребня резцом второго обдирочного суппорта	950	70	2,54	–	6,68	
	5	галтель гребня, гребень с наружной и внутренней сторон резцом первого обдирочного суппорта	950	–	2,75	–	11,54	
	6	галтель гребня, гребень с наружной и внутренней сторон резцом второго обдирочного суппорта	950	–	2,75	–	14,29	
	7	внутреннюю грань резцом первого обдирочного суппорта	950	69,2	4,79	0,81	19,08	
	8	внутреннюю грань резцом второго обдирочного суппорта	950	69,2	4,79	0,81	15,10 19,89	
	9	обод по профилю катания резцом первого копировального суппорта с доводкой галтели вручную	950	103,2	6,10	1,17	25,99	
	10	обод по профилю катания резцом второго копировального суппорта с доводкой галтели вручную	950	103,2	6,15	0,97	21,06 27,21	

Окончание таблицы Б.6

1	2	3	4	5	6	7	8
	11	наружную фаску резцом первого обдирочного суппорта	950	10	1,31	–	28,52
	12	наружную фаску резцом второго обдирочного суппорта	950	10	1,53	–	30,05
Б		Колесную пару проверить и со станка снять			2,81	–	32,85
ИТОГО							50,69
							← 32,85 →
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 При обточке колесных пар с ползунами и прокатом более допустимых размеров применяется коэффициент 1,16.</p> <p>2 При обточке фасок применяется коэффициент 0,27.</p>							

Расчет нормы времени

Категория затрат времени	Норматив, % от оперативного времени	Норма времени, чел.-мин
$T_{оп}$		32,86
$T_{пз}$	3,44	1,13
$T_{об}$	5,46	1,79
$T_{прф}$	1,74	0,57
T		36,35

Таблица Б.7 – Типовая норма времени 7

Наименование работы		Единица измерения	Оборудование, инструмент, приспособление		Характеристика детали		Тарифный разряд работы	Норма времени, чел.-ч
Шейки и предподступичные части оси колесной пары РУ1 и РУ1Ш на роликовых подшипниках обточить и накатать		Колесная пара	Станки моделей МК-177, КЗТС, «Рафамет», кран-балка, ролики накатные, микрометрическая рычажная скоба, шаблоны, резец		Обрабатываемый материал – сталь $\sigma = 5,4$ МПа, масса 1220 кг		4	0,314
№ установки	№ перехода	Содержание работы	Учитываемый фактор		Неполное штучное время на обработку, чел.-мин,			
			диаметр обработки, мм	длина обработки, мм	последовательную		График работы, мин	
всего	в том числе до механической подачи							
1	2	3	4	5	6	7	8	
А		Колесную пару на станок установить и объемом работы определить	–	–	3,30	–		
	1	шейку оси первую	130–135	176–190	2,79	0,38		
	2	шейку оси вторую	130–135	176–190	2,79	–		
	3	предподступичную часть оси вторую	164–165	76	2,07	0,16		
	4	предподступичную часть оси первую	164–165	76	2,07	–		
	5	галтель шейки оси первой	130–135	20	0,60	–		
	6	галтель предподступичной части шейки оси первой	164–165	20	0,73	–		
	7	галтель шейки оси второй	130–135	20	0,68	–		
	8	галтель предподступичной части шейки оси второй	164–165	20	0,73	–		
	9	Накатать: шейку оси вторую	130–135	176–190	2,79	0,51		
	10	шейку оси первую	130–135	176–190	2,79	–		
	11	галтель шейки оси первой	164–165	20	0,74	–		
12	галтель шейки оси второй	164–165	20	0,82	–			
Б		Колесную пару со станка снять	–	–	1,95	–	18,25	
ИТОГО					24,85		18,25	

Расчет нормы времени

Категория затрат времени	Норматив, % к штучному времени	Норма времени при параллельной обработке, чел.-мин
$T_{нш}$	3,44	18,25
$T_{пз}$		0,62
T		18,87

Таблица Б.8 – Типовая норма времени 8

Наименование работы		Единица измерения	Оборудование, инструмент, приспособление		Характеристика детали		Тарифный разряд работы	Норма времени, чел.-ч
Шейки оси колесной пары РУ1 и РУ1Ш на роликовых подшипниках обточить и накатать		Колесная пара	Станки моделей КЗТС, «Рафамет», кран-балка, ролики накатные, микрометрическая рычажная скоба, шаблон		Обрабатываемый материал – сталь $\sigma = 5,4$ МПа, масса 1220 кг		4	0,250
№ установки	№ перехода	Содержание работы	Учитываемый фактор		Неполное штучное время на обработку, чел.-мин.			
			диаметр обработки, мм	длина обработки, мм	последовательную		параллельную	
				всего	в том числе до механической подачи	График работы, мин		
1	2	3	4	5	6	7	8	
А		Колесную пару на станок установить и определить объем работы	–	–	3,30	–		
	1	Обточить: шейку оси первую	130–135	176–190	2,79	0,38		
	2	шейку оси вторую	130–135	176–190	2,79	–		
	3	галтель шейки оси второй	130–135	P-20	0,60	–		
	4	галтель шейки оси первой	130–135	P-20	0,60	–		
	5	Накатать: шейку оси первую	130–135	176–190	2,79	0,51		
	6	шейку оси вторую	130–135	P-20	2,79	–		
	7	галтель шейки оси второй	130–135	P-20	0,74	–		
8	галтель шейки оси первой	130–135	P-20	0,82	–			
Б		Колесную пару со станка снять	–	–	1,95	–	14,48	
ИТОГО					19,25		14,48	

Примечание – При обработке колесной пары с роликовыми подшипниками РУ применяется коэффициент 1,03.

Расчет нормы времени

Категория затрат времени	Норматив, % к штучному времени	Норма времени, чел.-мин
$T_{шт}$	3,44	14,48
$T_{пз}$		0,50
T		14,98

Таблица Б.9 – Типовая норма времени 9

Наименование работы		Единица измерения	Оборудование, инструмент, приспособление	Характеристика детали	Тарифный разряд работы	Норма времени, чел.-ч
Шейки и предподступичные части оси колесной пары на роликовых подшипниках отшлифовать		Колесная пара	Станки моделей КЗТС или «Рафамет», кран-балка, шлифовальная шкурка	Обрабатываемый материал – сталь $\sigma = 5,4$ МПа, масса 1220 кг	4	0,168
№ установки	№ перехода	Содержание работ		Неполное штучное время, чел.-мин		
1	2	3		4		
А		Колесную пару на станок установить и объем работы определить		3,30		
	1	Отшлифовать:		2,34		
	2	шейку и предподступичную часть оси первой шейку и предподступичную часть оси второй		2,25		
Б		Колесную пару со станка снять		1,95		
ИТОГО				9,74		
<i>Примечание – При шлифовании только шеек оси применять коэффициент 0,92.</i>						

Расчет нормы времени

Категория затрат времени	Норматив, % к штучному времени	Норма времени, чел.-мин
$T_{\text{нп}}$		9,74
$T_{\text{пз}}$	3,44	0,34
T		10,08

Таблица Б.10 – Типовая норма времени 10

Наименование работы		Единица измерения	Оборудование, инструмент, приспособление	Тарифный разряд работы	Норма времени, чел.-ч
Колесо колесной пары с оси распрессовать		Колесо	Кран-балка, электротали, пресс	4	0,125
№	Содержание работы			Оперативное время, чел.-мин, на распрессовку колеса колесной пары	
1	2			3	
1	Кран-балку к колесной паре подвести			0,38	
2	Колесную пару:				
3	на захватные приспособления установить			0,53	
3	поднять			0,20	
4	на пресс подать, в передвижной бабке установить			0,80	
5	Кольцо на предподступичную часть оси надеть, втулку на шейку оси надеть			0,55	
6	Электродвигатель пресса включить			0,18	
7	Совпадение геометрических осей колесной пары и плунжера проверить			0,30	
8	Рабочее давление включить			0,05	
9	Колесо колесной пары распрессовать			1,75	
10	Электродвигатель пресса выключить			0,18	
11	Втулку с шейки оси и кольцо с предподступичной части оси снять			0,61	
12	Колесную пару с распрессованным колесом с пресса снять			0,45	
13	Колесо с оси снять, к вертикальной стойке поставить			0,47	
14	Ось с нераспрессованным колесом опустить, захватные приспособления раскрепить			0,44	
ИТОГО					6,89

Расчет нормы времени

Категория затрат времени	Норматив, % от оперативного времени	Норма времени, чел.-мин, на распрессовку колеса колесной пары
$T_{оп}$		6,89
$T_{пз}$	1,92	0,13
$T_{об}$	3,68	0,25
$T_{пр}$	3,02	0,21
T		7,48

Таблица Б.11 – Типовая норма времени 11

Наименование работы	Единица измерения	Оборудование, инструмент, приспособление	Тарифный разряд работы	Норма времени, чел.-ч.
Колесо на ось колесной пары запрессовать	Колесо	Кран-балка, электротали, пресс, штангенциркуль, шаблон, салфетка техническая, сосуд с маслом, кисть	5	0,122
№	Содержание работы		Оперативное время, чел.-мин.	
1	2		3	
1	Кран-балку к оси подвести		0,38	
	Ось:			
2	на захватные приспособления установить		0,33	
3	поднять		0,20	
4	Колесо к оси подвести		0,50	
5	Подступичную часть оси и внутреннюю поверхность ступицы колеса протереть и		0,97	
6	смазать		0,31	
7	Ось в ступицу колеса завести		0,80	
8	Ось и колесо на пресс подать, в передвижной бабке установить		0,18	
9	Электродвигатель пресса включить для создания предварительного давления		0,30	
10	Совпадение геометрических осей колесной пары и плунжера пресса проверить		0,05	
11	Рабочее давление колеса включить		1,75	
12	Колесо на ось запрессовать		0,18	
13	Электродвигатель пресса выключить		0,80	
	Колесную пару с пресса снять			
ИТОГО			6,75	

Расчет нормы времени

Категория затрат времени	Норматив, % от оперативного времени	Норма времени, чел.-мин
$T_{оп}$		6,75
$T_{пз}$	1,91	0,13
$T_{об}$	3,68	0,25
$T_{пр}$	3,02	0,20
T		7,33

Таблица Б.12 – Типовая норма времени 12

Наименование работы		Единица измерения	Оборудование, инструмент, приспособление	Тарифный разряд работы	Норма времени, чел.-ч
Колесную пару на максимальное давление испытать		Два колеса Колесо	Пресс, кран-балка	5	0,146
				5	0,088
№	Содержание работы	Оперативное время, чел.-мин, на			
		3	колесную пару		
1	2	3	4		
1	Подвижную бабку к задней стойке отвести	0,90	0,90		
2	Колесную пару на пресс установить	0,80	0,80		
3	Электродвигатель пресса включить для создания рабочего давления	0,18	0,18		
4	Первое колесо на максимальное давление испытать	1,09	1,09		
5	Электродвигатель пресса выключить	0,18	0,18		
6	Колесную пару с пресса снять, повернуть	–	1,0		
7	Колесную пару на пресс установить	–	0,18		
8	Электродвигатель пресса включить для создания рабочего давления	–			
9	Второе колесо на максимальное давление испытать	–	1,09		
10	Электродвигатель пресса выключить	–	0,18		
11	Подвижную бабку в исходное положение отвести	0,90	0,90		
12	Колесную пару с пресса снять	0,80	0,80		
ИТОГО				4,85	8,10

Таблица Б.13 – Типовая норма времени 13

Наименование работы		Единица измерения	Оборудование, инструмент, приспособление	Режим наплавки	Тарифный разряд работы	Норма времени, чел.-ч
Резьбовую часть оси колесной пары наплавить на полуавтомате		Ось	Сварочный полуавтомат, кран-балка, металлическая щетка	Способ наплавки – стальной проволокой под слоем флюса, сила тока – 250-290 А, диаметр сварочной проволоки – 2 мм	5	0,451
№	Содержание работы	Учитываемый фактор	Оперативное время, чел.-мин.			
			на 1 см ³	на весь объем		
1	2	3	4	5		
1	Ось на полуавтомат установить	Масса 416 кг	–	2,00		
2	Асбестовый шнур в резьбовую канавку заложить	–	–	0,76		
	Резьбовую часть оси:					
3	до наплавки зачистить	Объем наплавки 50 см ³	0,013	0,65		
4	наплавить	То же	0,12	6,00		
5	после наплавки зачистить	“	0,014	0,70		
6	Асбестовый шнур из резьбовой канавки удалить	–	–	0,90		
7	Ось проверить и перевернуть	Масса 416 кг	–	0,77		
8	Асбестовый шнур в резьбовую канавку заложить	–	–	0,76		
	Резьбовую часть оси:					
9	до наплавки зачистить	Объем наплавки 50 см ³	0,013	0,65		
10	наплавить	То же	0,12	6,00		
11	после наплавки зачистить	“	0,014	0,70		
12	Асбестовый шнур из резьбовой канавки удалить	–	–	0,90		
13	Ось проверить и со станка снять	Масса 416 кг	–	1,50		
ИТОГО						24,29

Расчет нормы времени

Категория затрат времени	Норматив, % от оперативного времени	Норма времени, чел.-мин
$T_{оп}$		24,29
$T_{пз}$	4,6	1,12
$T_{об}$	3,45	0,84
$T_{пр}$	3,45	0,84
T		27,09

Таблица Б.14 – Типовая норма времени 14

Наименование работы		Единица измерения	Тарифный разряд работы	Норма времени, чел.-ч			
Текущий ремонт (обыкновенное освидетельствование) букс с роликовыми подшипниками произвести: с обточкой колесной пары по профилю катания без обточки колесной пары по профилю катания		Колесная пара “	5	0,380			
			5	0,225			
№	Содержание работы	Единица измерения	Инструмент и приспособление	Учетный объем работы	Оперативное время, чел.-мин		
					на единицу измерения	на учетный объем работы	
						с обточкой	без обточки
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Болты отвернуть, крышку смотровую, прокладку отнять, места прилегания очистить и протереть	Крышка	Ключ торцовый, скребок, салфетка	2	1,87	3,74	3,74
2	Смазку из передней части буксы и крышки удалить	Букса	Лопата деревянная, бачок	2	0,67	1,34	1,34
3	Подшипник передний проверить	Подшипник	–	2	0,51	1,02	–
4	Подшипник передний, планку стопорную, гайку торцовую и болты планки стопорной осмотреть, при необходимости болты подтянуть, состояние смазки проверить	Букса	Молоток, ключ торцовый	2	1,03	–	2,06
5	Болты планки стопорной отвернуть	Два болта	Ключ торцовый	2	0,56	1,12	–
6	Планку стопорную отнять	Планка	Клин, молоток	2	0,18	0,36	–
7	Крышку временную установить, болтами закрепить	Крышка	Ключ торцовый	2	1,13	2,26	–
8	Болты крышки отвернуть, крышку временную отнять	Крышка	Ключ торцовый, молоток, клин	2	0,89	1,78	–

Окончание таблицы Б.14

1	2	3	4	5	6	7	8
9	Крепление гайки торцовой и состояние смазки проверить	Букса	Молоток	2	0,50	1,00	–
10	Планку стопорную поставить	Планка	–	2	0,31	0,62	–
11	Болты планки стопорной поставить и закрепить	Два болта	Ключ торцовый	2	1,21	2,42	–
12	Смазку в переднюю часть буксы заложить	Букса	Банка со смазкой, деревянная лопатка	2	0,50	1,00	1,00
13	Прокладку, крышку смотровую поставить, крышку крепительную осмотреть, болты крышки закрепить	Букса	Ключ торцовый, ключ гаечный	2	2,14	2,14	4,28
ИТОГО						20,94	12,42

Расчет нормы времени

Категория затрат времени	Норматив, % от оперативного времени	Норма времени, чел.-мин, на колесную пару	
		с обточкой по профилю катания	без обточки по профилю катания
$T_{оп}$		20,94	12,42
$T_{пз}$	1,91	0,40	0,24
$T_{об}$	4,29	0,90	0,53
$T_{пр}$	2,64	0,55	0,33
T		22,79	13,52

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1 **Батюшин, Т. К.** Технология вагоностроения. Ремонт и надежность вагонов / Т. К. Батюшин, Д. В. Быховский; под общ. ред. В. С. Лукашука. – М. : Машиностроение, 1990. – 360 с.

2 **Берникер, Е. И.** Посадки с натягом в машиностроении / Е. И. Берникер. – М. : Машиностроение, 1968. – 168 с.

3 **Греков, В. И.** Расчетная оценка прочности прессового соединения ось-ступица при формировании колесной пары / В. И. Греков, Э. Н. Никольская, Г. П. Котельникова, Л. П. Деянова // Труды ВНИТИ. – 1990. – Вып. 72. – С. 25–29.

4 **Гречишев, Е. С.** Соединения с натягом. Расчеты, проектирование, изготовление / Е. С. Гречишев, А. А. Ильяшенко. – М. : Машиностроение, 1981. – 247 с.

5 **Егоров, М. Е.** Основы проектирования машиностроительных заводов / М. Е. Егоров. – М. : Высшая школа, 1969. – 480 с.

6 Инструкция по техническому обслуживанию вагонов. ЦВ-ЦД/408. – М., 2009. – 128 с.

7 Инструкция по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию вагонных колесных пар. ЦВ/3429.

8 Инструкция по сварке и наплавке при ремонте грузовых вагонов. – 2008.

9 **Калашников, В. И.** Ремонт вагонов / В. И. Калашников, Ю. С. Подшивалов, Г. И. Демченко. – М. : Транспорт, 1985. – 238 с.

10 **Кашеев, Н. Т.** Справочник по сооружениям и оборудованию вагонного хозяйства / Н. Т. Кашеев, А. И. Валетов, С. Г. Комаров. – М. : Трансжелдориздат, 1962. – 423 с.

11 **Левыкин, В. Ф.** Дефектоскопия деталей локомотивов и вагонов / В. Ф. Левыкин. – М. : Транспорт, 1974. – 240 с.

12 **Мартынов, Н. И.** Повышение прочности прессовых соединений вагонных колесных пар / Н. И. Мартынов // Вестник ВНИИЖТа. – 1962. – № 2. – С. 37–40.

13 Нормы технологического проектирования депо для ремонта грузовых и пассажирских вагонов. Главное управление вагонного хозяйства МПС, ГипротрансТЭИ. – М. : Транспорт, 1986. – 32 с.

14 **Павлов, Н. В.** Наплавка гребней вагонных колесных пар / Н. В. Павлов, И. Д. Козубенко, Н. Е. Бызова, А. И. Рассоха // Ж.-д. трансп. – 1993. – № 7. – С. 37–40.

15 Поточные линии для ремонта колесных пар // Железные дороги мира, 1990. – № 5. – С. 20–24.

16 Проектирование машиностроительных заводов и цехов : справочник / под ред. Е. С. Ямпольского – М. : Машиностроение, 1975. – Т. 4. – 326 с.

17 РД 32.174–2001 Неразрушающий контроль деталей вагонов. Общие положения.

18 РД 32.159–2000 Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов. Руководящий документ.

19 РД 32.150–2001 Вихрегоковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов.

20 РД 07.09–97 Руководство по комплексному ультразвуковому контролю колесных пар.

21 Руководящий документ по ремонту и техническому обслуживанию колесных пар с буксовыми узлами грузовых вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1524 мм). – М. : ВНИИЖТ, 2012. – 276 с.

22 Руководство по испытанию на растяжение и дефектоскопированию вагонных деталей. ЦВТ-6. – М. : Транспорт, 1982. – 62 с.

23 **Сенько, В. И.** Грузовое вагонное депо : учеб. пособие. Ч. III / В. И. Сенько, И. Л. Чернин. – Гомель : БелИИЖТ, 1983. – 65 с.

24 Справочная книга по охране труда в машиностроении / под ред. О. Н. Русака. – Л. : Машиностроение, Ленинградское отделение, 1989. – 541 с.

25 **Станпаков, В. Д.** Колесные цехи вагоноремонтных предприятий / В. Д. Станпаков. – Гомель : БелИИЖТ, 1980. – 18 с.

26 Технологическая инструкция по упрочнению накатыванием роликами осей колесных пар вагонов. ТЦ 32 ЦВ-ВНИИЖТ-81. – М. : Транспорт, 1982. – 8 с.

27 Технология вагоностроения и ремонта вагонов : учебник для вузов / В. С. Герасимов [и др.]. – М. : Транспорт, 1988. – 381 с.

28 Типовые техничеcки обоснованные нормы времени на ремонт и формирование вагонных колесных пар. – М. : Транспорт, 1978. – 118 с.

29 **Хейман, А.** Новые методы обработки колесных пар / А. Хейман // ZEV-Glasers Annalen. – 1986. – № 9. – С. 339–344.

30 **Чернин, И. Л.** Формирование колесных пар подвижного состава : учеб. пособие. Ч. 1. / И. Л. Чернин. – Гомель : БелИИЖТ, 1991. – 91 с.

31 **Школьник, Л. М.** Изготовление вагонных осей: Конструкция и технология / Л. М. Школьник, В. Н. Цюренко, В. Я. Френкель // Ж.- д. трансп. – 1985. – № 2. – С. 50–53.

Учебное издание

ЧЕРНИН Игорь Леонидович
ЧЕРНИН Ростислав Игоревич
АКУЛОВ Николай Владимирович

**РУКОВОДСТВО ПО ОСМОТРУ, ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЮ,
РЕМОНТУ И ФОРМИРОВАНИЮ ВАГОННЫХ КОЛЁСНЫХ ПАР**

Учебно-методическое пособие
для студентов технических специальностей

Редактор *И. И. Эвентов*
Технический редактор *В. Н. Кучерова*

Подписано в печать 09.11.2016 г. Формат 60×84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура “Таймс”. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 11,16. Уч.-изд. л. 10,24. Тираж 300 экз.
Зак. №4037. Изд. № 93

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский государственный университет транспорта.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/361 от 13.06.2014.
№ 2/104 от 01.04.2014.
Ул. Кирова, 34, 246653, г. Гомель