ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС
УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ

ТКП 45-1.03-103-2009 (02250)

# КРАНЫ ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ. КАПИТАЛЬНЫЙ, ПОЛНОКОМПЛЕКТНЫЙ И КАПИТАЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ РЕМОНТЫ

## Правила выполнения

# КРАНЫ ГРУЗАПАДЫМАЛЬНЫЯ. КАПІТАЛЬНЫ, ПОЎНАКАМПЛЕКТНЫ І КАПІТАЛЬНА-АДНАЎЛЕНЧЫ РАМОНТЫ

## Правілы выканання

Издание официальное

Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь
Минск 2009

**УДК 621.873.77(083.74)** **МКС 91.220; 53.020.20** **КП 01**

**Ключевые слова:** краны грузоподъемные, капитальный ремонт, полнокомплектный ремонт, капитально-восстановительный ремонт, разборка, дефектация, восстановление, металлоконструкции, детали, сборка

## Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

1 РАЗРАБОТАН научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»), техническим комитетом по стандартизации в области архитектуры и строительства «Производство работ» (ТКС 11)

ВНЕСЕН главным управлением строительства Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 14 апреля 2009 г. № 122

В Национальном комплексе технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства настоящий технический кодекс установившейся практики входит в блок 1.03 «Организация строительного производства»

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© Минстройархитектуры, 2009

Настоящий технический кодекс установившейся практики не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь

Издан на русском языке

## Содержание

1 Область применения ..... 1
2 Нормативные ссылки ..... 1
3 Термины и определения ..... 4
4 Основные положения ..... 5
5 Сдача крана в ремонт ..... 5
6 Разборка, мойка и очистка ..... 6
7 Материалы ..... 8
8 Дефектация деталей и сборочных единиц ..... 9
8.1 Общие требования ..... 9
8.2 Металлоконструкции ..... 10
8.3 Валы (оси) ..... 11
8.4 Зубчатые передачи ..... 21
8.5 Червячные передачи ..... 24
8.6 Цепные передачи ..... 25
8.7 Подшипники качения ..... 26
8.8 Корпусные конструкции ..... 30
8.9 Тормоза ..... 32
8.10 Муфты ..... 33
8.11 Барабаны и блоки ..... 33
8.12 Кабины ..... 33
8.13 Поворотные опоры ..... 34
8.14 Ходовые колеса ..... 34
8.15 Крюковые подвески ..... 34
8.16 Канаты ..... 35
8.17 Резьбовые соединения ..... 35
8.18 Электрооборудование, приборы и устройства безопасности ..... 36
9 Ремонт ..... 38
9.1 Общие требования ..... 38
9.2 Требования к производству полнокомплектного ремонта крана на месте эксплуатации ..... 39
9.3 Металлоконструкции ..... 39
9.4 Ремонт наплавкой ..... 43
9.5 Требования к контролю качества сварных соединений и наплавленных поверхностей ..... 44
9.6 Ремонт тел вращения ..... 45
9.7 Ремонт электрооборудования ..... 46
9.8 Ремонт гидрооборудования ..... 46

10 Сборка составных частей ....46
10.1 Общие требования ....46
10.2 Сборка поворотных опор ....47
10.3 Сборка шпоночных и шлицевых соединений ....48
10.4 Сборка составных частей с подшипниками качения ....48
10.5 Сборка цилиндрических зубчатых передач ....49
10.6 Сборка конических зубчатых передач ....49
10.7 Сборка червячных передач ....49
10.8 Сборка редукторов ....49
10.9 Сборка электродвигателей ....49
10.10 Сборка тормозов ....49
10.11 Сборка гидро- и пневмосистем ....50
10.12 Сборка резьбовых соединений ....50
10.13 Сборка, монтаж и регулировка механизмов, крюковых подвесок, электрооборудования, приборов и устройств безопасности ....50
11 Защитные покрытия ....51
12 Приемка и испытания ....51
13 Маркировка, консервация, транспортирование и хранение крана ....52
14 Гарантийные обязательства ....52
15 Требования безопасности при проведении ремонта ....53
Приложение А (рекомендуемое) Форма ведомости дефектов ....54
Приложение Б (обязательное) Форма акта сдачи-приемки изделия в ремонт ....55
Приложение В (рекомендуемое) Моющие, очищающие и защитные (лакокрасочные) средства и материалы ....56
Приложение Г (обязательное) Форма журнала входного контроля комплектующих изделий и металла ....59
Приложение Д (рекомендуемое) Оформление карт дефектации и ремонта ....60
Приложение Е (рекомендуемое) Измерительный инструмент и приборы, применяемые для измерения и контроля составных частей изделий и деталей при дефектации ....61
Приложение Ж (рекомендуемое) Способы восстановления составных частей механизмов ....65
Приложение К (обязательное) Организация контроля качества сварки в ремонтном производстве ....67
Приложение Л (обязательное) Форма акта технического освидетельствования крана ....73
Приложение М (обязательное) Форма акта сдачи-приемки изделия из ремонта ....75
Библиография ....76

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ

# КРАНЫ ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ. КАПИТАЛЬНЫЙ, ПОЛНОКОМПЛЕКТНЫЙ И КАПИТАЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ РЕМОНТЫ
**Правила выполнения**

# КРАНЫ ГРУЗАПАДЫМАЛЬНЫЯ. КАПІТАЛЬНЫ, ПОЎНАКАМПЛЕКТНЫ І КАПІТАЛЬНА-АДНАЎЛЕНЧЫ РАМОНТЫ
**Правілы выканання**

Load-lifting cranes.
Capital, capitally-regenerative repairs
Manufacture rules

**Дата введения 2009-09-01**

## 1 Область применения

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее — технический кодекс) распространяется на краны грузоподъемные (стреловые самоходные краны общего назначения по ГОСТ 22827, краны мостовые и козловые электрические по ГОСТ 27584, краны башенные строительные по ГОСТ 13556, а также специальные монтажные краны различных типов) и устанавливает правила выполнения капитального, полнокомплектного и капитально-восстановительного ремонтов.

Настоящий технический кодекс разработан в развитие [1] и предназначен для подготовки ремонтного производства, ремонта изделий, а также контроля качества произведенного ремонта.

Технический кодекс предназначен для предприятий и организаций, производящих ремонт кранов (далее — производители ремонта), и организаций, разрабатывающих документы по их ремонту.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем техническом кодексе использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее — ТНПА):

ТКП 1.3-2004 (04100) Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Правила разработки технических условий

СТБ 928-2004 Автомобили, их составные части, сдаваемые в капитальный ремонт. Общие технические требования и правила приемки

СТБ 929-2004 Автомобили, их составные части, выпускаемые из капитального ремонта. Общие технические требования

СТБ 930-2004 Автомобили, их составные части, сдаваемые в ремонт и выпускаемые из капитального ремонта. Комплектность

СТБ 1016-96 Соединения сварные. Общие технические условия

СТБ 1063-2003 Квалификация и сертификация персонала в области сварочного производства. Требования и порядок проведения

СТБ 1133-98 Соединения сварные. Методы контроля внешним осмотром и измерениями. Общие требования

СТБ 1172-99 Контроль неразрушающий. Контроль проникающими веществами (капиллярный). Общие положения

СТБ 1355-2002 Требования к персоналу, руководящему сварочными работами. Задачи и ответственность

СТБ 1428-2003 Контроль неразрушающий. Соединения сварные трубопроводов и металлоконструкций. Радиографический метод

СТБ 8001-93 Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Государственные испытания средств измерений. Основные положения. Организация и порядок проведения

СТБ 8004-93 Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Метрологическая аттестация средств измерений

СТБ 8006-95 Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Государственный метрологический надзор и метрологический контроль. Основные положения

СТБ ЕН 473-2005 Квалификация и сертификация персонала в области неразрушающего контроля. Общие требования

СТБ ЕН 1711-2006 Контроль неразрушающий сварных соединений. Контроль вихретоковый посредством анализа сигнала на комплексной плоскости

ГОСТ 2.101–68 Единая система конструкторской документации. Виды изделий

ГОСТ 2.102–68 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов

ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам

ГОСТ 2.114-95 Единая система конструкторской документации. Технические условия

ГОСТ 2.602-95 Единая система конструкторской документации. Ремонтные документы

ГОСТ 2.604-2000 Единая система конструкторской документации. Чертежи ремонтные. Общие требования

ГОСТ 9.014-78 Единая система защиты от коррозии и старения. Временная противокоррозионная защита изделий. Общие требования

ГОСТ 9.032-74 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения

ГОСТ 9.104-79 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Группы условий эксплуатации

ГОСТ 9.303-84 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования к выбору

ГОСТ 9.305-84 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Операции технологических процессов получения покрытий

ГОСТ 9.306-85 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Обозначения

ГОСТ 9.401-91 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов

ГОСТ 9.402-2004 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей к окрашиванию

ГОСТ 10-88 Нутромеры микрометрические. Технические условия

ГОСТ 12.2.058-81 Система стандартов безопасности труда. Краны грузоподъемные. Требования к цветовому обозначению частей крана, опасных при эксплуатации

ГОСТ 15.601-98 Система разработки и постановки продукции на производство. Техническое обслуживание и ремонт техники. Основные положения

ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения

ГОСТ 162-90 Штангенглубиномеры. Технические условия

ГОСТ 166-89 Штангенциркули. Технические условия

ГОСТ 183-74 Машины электрические вращающиеся. Общие технические условия

ГОСТ 427-75 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 535-2005 Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия

ГОСТ 577-68 Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия

ГОСТ 868-82 Нутромеры индикаторные с ценой деления 0,01 мм. Технические условия

ГОСТ 901-78 Лаки бакелитовые. Технические условия

ГОСТ 926-82 Эмаль ПФ-133. Технические условия

ГОСТ 949-73 Баллоны стальные малого и среднего объема для газов на $P_p \leq 19{,}6$ МПа (200 кгс/см$^2$). Технические условия

ГОСТ 1050-88 Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия

ГОСТ 1497-84 Металлы. Методы испытаний на растяжение

ГОСТ 1643-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски

ГОСТ 1758-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи зубчатые конические и гипоидные. Допуски

ГОСТ 1759.0-87 Болты, винты, шпильки и гайки. Технические условия

ГОСТ 2105-75 Крюки кованые и штампованные. Технические условия

ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики

ГОСТ 3675-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи червячные цилиндрические. Допуски

ГОСТ 3749-77 Угольники поверочные 90°. Технические условия

ГОСТ 4543-71 Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия

ГОСТ 5006-94 Муфты зубчатые. Технические условия

ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 5378-88 Угломеры с нониусом. Технические условия

ГОСТ 5817-77 Реактивы. Кислота винная. Технические условия

ГОСТ 6465-76 Эмали ПФ-115. Технические условия

ГОСТ 6507-90 Микрометры. Технические условия

ГОСТ 6619-75 Крюки пластинчатые однорогие и двурогие. Технические условия

ГОСТ 6631-74 Эмали марок НЦ-132. Технические условия

ГОСТ 6996-66 Сварные соединения. Методы определения механических свойств

ГОСТ 7462-73 Эмали НЦ-5123. Технические условия

ГОСТ 7470-92 Глубиномеры микрометрические. Технические условия

ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 8026-92 Линейки поверочные. Технические условия

ГОСТ 8050-85 Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия

ГОСТ 8713-79 Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 8731-74 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Технические требования

ГОСТ 9038-90 Меры длины концевые плоскопараллельные. Технические условия

ГОСТ 9087-81 Флюсы сварочные плавленые. Технические условия

ГОСТ 9109-81 Грунтовки ФЛ-03К и ФЛ-03Ж. Технические условия

ГОСТ 9198-83 Эмали марок НЦ-11 и НЦ-11А. Технические условия

ГОСТ 9244-75 Нутромеры с ценой деления 0,001 и 0,002 мм. Основные параметры. Технические требования

ГОСТ 9378-93 Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Общие технические условия

ГОСТ 9454-78 Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженной, комнатной и повышенной температурах

ГОСТ 9696-82 Индикаторы многооборотные с ценой деления 0,001 и 0,002 мм. Технические условия

ГОСТ 10197-70 Стойки и штативы для измерительных головок. Технические условия

ГОСТ 10243-75 Сталь. Методы испытаний и оценки макроструктуры

ГОСТ 10277-90 Шпатлевки. Технические условия

ГОСТ 10905-86 Плиты поверочные и разметочные. Технические условия

ГОСТ 11066-74 Лаки и эмали кремнийорганические термостойкие. Технические условия

ГОСТ 11534-75 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 11964-81 Дробь чугунная и стальная техническая. Общие технические условия

ГОСТ 12034-77 Эмали марок МЛ-165, МЛ-165ПМ и МС-160 различных цветов. Технические условия

ГОСТ 13556-91 Краны башенные строительные. Общие технические условия

ГОСТ 14192-96 Маркировка грузов

ГОСТ 14637-89 Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества. Технические условия

ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 14776-79 Дуговая сварка. Соединения сварные точечные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 14782-86 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые

ГОСТ 16037-80 Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 16502-83 Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи глобоидные. Допуски

ГОСТ 18322-78 Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения

ГОСТ 19281-89 Прокат стали повышенной прочности. Общие технические условия

ГОСТ 20911-89 Техническая диагностика. Термины и определения

ГОСТ 21105-87 Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод

ГОСТ 21424-93 Муфты упругие втулочно-пальцевые. Параметры и размеры

ГОСТ 22827-85 Краны стреловые самоходные общего назначения. Технические условия

ГОСТ 22840-77 Экстракт солодкового корня. Технические условия

ГОСТ 23343-78 Грунтовка ГФ-0119. Технические условия

ГОСТ 23518-79 Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 24297-87 Входной контроль продукции. Основные положения

ГОСТ 24407-80 Система технического обслуживания и ремонта строительных машин. Стреловые краны и их составные части, сдаваемые в капитальный ремонт и выдаваемые из капитального ремонта. Технические требования

ГОСТ 24408-80 Система технического обслуживания и ремонта строительных машин. Правила сдачи в капитальный ремонт и выдачи из капитального ремонта машин и их составных частей. Общие требования

ГОСТ 24642-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Основные термины и определения

ГОСТ 25129-82 Грунтовка ГФ-021. Технические условия

ГОСТ 25646-95 Эксплуатация строительных машин. Общие требования

ГОСТ 25706-83 Лупы. Типы, основные параметры. Общие технические требования

ГОСТ 27584-88 Краны мостовые и козловые электрические. Общие технические условия

ГОСТ 30893.2-2002 Основные нормы взаимозаменяемости. Общие допуски. Допуски формы и расположения поверхностей, не указанные индивидуально

ГОСТ 30934.1-2002 Краны грузоподъемные. Руководство по эксплуатации крана. Часть 1. Общие положения

ГОСТ 31271-2002 Краны грузоподъемные. Правила и методы испытаний.

*Примечание* — При пользовании настоящим техническим кодексом целесообразно проверить действие ТНПА по Перечню технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства, действующих на территории Республики Беларусь, и каталогу, составленным по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим техническим кодексом следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

## 3 Термины и определения

В настоящем техническом кодексе применяют термины, установленные в [1], ГОСТ 2.101, ГОСТ 2.102, ГОСТ 2.602, ГОСТ 15.601, ГОСТ 27.002, ГОСТ 18322, ГОСТ 20911, а также следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 дообследование:** Этап экспертного обследования, проводимый не позднее чем через 3 мес после ранее проведенного обследования смонтированного крана и заключающийся в выявлении дефектов в узлах, недоступных или труднодоступных для контроля при обследовании крана в рабочем (смонтированном) положении и подлежащих диагностированию после разборки крана.

**3.2 неремонтопригодные элементы или узлы:** Поврежденные элементы или узлы, которые должны быть заменены, так как их ремонт нецелесообразен.

**3.3 усиление элемента или узла:** Установка дополнительных элементов или креплений с целью уменьшения напряжений в усиливаемом элементе или узле для последующей эксплуатации крана.

## 4 Основные положения

**4.1** Кран (его составные части, включая базовые) подлежит:

**4.1.1** Капитальному ремонту в пределах нормативного срока службы согласно план-графику технического обслуживания и ремонта по ГОСТ 25646. Капитальный ремонт производится после разборки крана и его составных частей на ремонтном предприятии.

Сдача в капитальный ремонт кранов, не выработавших установленный эксплуатационной документацией ресурс, а также в случае аварийных повреждений — в соответствии с требованиями [1] и ГОСТ 24408.

Стреловые самоходные краны общего назначения подлежат капитальному ремонту согласно ГОСТ 24407, если они выработали установленный эксплуатационной документацией ресурс и при условии, что соответствующего предельного состояния достигли одновременно не менее трех основных составных частей из числа следующих: двигатель, грузовая лебедка, редукторы хода и поворота, опорно-поворотный круг, ведущие мосты (для пневмоколесных кранов).

Составные части стреловых самоходных кранов, для которых не указаны признаки предельного состояния в эксплуатационной документации, направляют в ремонт при наличии у них одного из признаков, перечисленных в приложении 2 ГОСТ 24407.

**4.1.2** Полнокомплектному ремонту — в случае принятия решения о возможности и целесообразности дальнейшей эксплуатации после технического диагностирования с целью необходимости устранения дефектов.

Ремонт элементов, узлов и механизмов производится как непосредственно на месте эксплуатации крана, так и в специализированных организациях.

**4.1.3** Капитально-восстановительному ремонту, проводимому в случае и в сроки, указанные в экспертном заключении по результатам технического диагностирования, для устранения дефектов, выявленных при обследовании и дообследовании. Ремонт производится после демонтажа, частичной или полной разборки крана.

**4.2** По результатам технического диагностирования грузоподъемного крана составляется отчет в соответствии с [2]. При его разработке оценка дефектов и повреждений отражается в «Ведомости дефектов» в соответствии с приложением А.

**4.3** Объем ремонта определяется техническим состоянием крана по результатам дефектации узлов и элементов крана с учетом признаков предельного состояния, указанных в ТНПА или эксплуатационных документах.

**4.4** Ремонт крана или его составных частей должен выполняться организацией-производителем ремонта, имеющей соответствующую лицензию (разрешение) технадзора в соответствии с [1] и обладающей необходимыми производственными площадями согласно ГОСТ 15.601, специальными и специализированными средствами технологического оснащения, технической документацией для ремонта и персоналом требуемой квалификации.

**4.5** Капитальный ремонт автотранспортного средства, на котором смонтирована крановая установка, должен осуществляться в соответствии с требованиями СТБ 928, СТБ 929 и СТБ 930.

**4.6** Производители ремонта должны иметь службу (отдел) технического контроля (далее — ОТК).

Учитывая выездной характер производства ремонтных работ по 4.1.2, функции ОТК при полнокомплектном ремонте могут быть возложены приказом производителя ремонта на ответственного исполнителя из числа инженерно-технического персонала.

## 5 Сдача крана в ремонт

**5.1** Кран должен направляться в ремонт:

— в плановом порядке (при проведении капитального ремонта);

— после проведения технического диагностирования кранов с истекшим сроком службы при наличии дефектов, требующих выполнения такого ремонта (при полнокомплектном и капитально-восстановительном ремонте);

— после аварии или отказа сборочной единицы (при внеплановом ремонте).

**5.2** Внешний вид кранов и их составных частей, сдаваемых в ремонт, должен соответствовать требованиям 2.3 ГОСТ 24408.

**5.3** При сдаче крана в ремонт владелец должен передать производителю ремонта:

а) паспорт крана;

б) дефектную ведомость, составленную исполнителем технического диагностирования крана;

в) эксплуатационные документы (руководство по эксплуатации, инструкцию по монтажу), а также другие документы на комплектующие изделия, указания по текущему ремонту и(или) технические условия на капитальный ремонт — при их наличии.

**5.4** При сдаче составной части крана в ремонт владелец должен передать ремонтному предприятию паспорт (при его наличии).

**5.5** При приемке поступившего в ремонт крана (составной части) производитель ремонта должен проверить:

а) комплектность крана внешним осмотром, комплектность документации (см. 5.3);

б) правильность оформления документации (полноту изложения, выполнение требований к оформлению и т. п.).

Сдача-приемка крана в ремонт оформляется актом, в соответствии с приложением Б.

**5.6** Отступление от требований настоящего раздела в части комплектности крана и документации, а также другие организационно-технические вопросы (например, увеличение объема работ в результате разборки и дефектации) устанавливаются соглашением сторон.

## 6 Разборка, мойка и очистка

**6.1** Кран, поступивший в ремонт, или его составные части в необходимых случаях должны быть разобраны в соответствии с порядком, определенным производителем ремонта. Разборка должна производиться с учетом требований руководства по эксплуатации или инструкции по монтажу крана, а также по технологическим процессам, техническим условиям на ремонт, при их наличии.

Необходимость разборки узлов определяется видами дефектов (зафиксированными при проведении технического диагностирования крана в ведомости дефектов), устранение которых возможно только в разобранном состоянии.

Частичная разборка крана, подлежащего ремонту на месте его эксплуатации, должна производиться в соответствии с проектом производства ремонтных работ (далее — ППРР).

**6.2** Перед разборкой крана или отдельных узлов должны быть выполнены следующие операции:

— очистка с последующей мойкой. Рекомендуемые моющие, очищающие средства и материалы приведены в приложении В. Кроме указанных, могут применяться другие средства и материалы, допущенные к применению на территории Республики Беларусь;

— слив топлива, масел, тормозной, рабочей и охлаждающей жидкостей, а также стравливание воздуха при наличии пневмосистемы;

— приведение составных частей крана в положение, обеспечивающее безопасное ведение работ.

**6.3** Разборка крана и его составных частей должна производиться с помощью грузоподъемных средств и грузозахватных приспособлений с использованием подставок (опорных приспособлений), учитывающих конфигурацию составных частей и их массу.

**6.4** Технологические операции разборки должны предусматривать применение таких способов и оснастки при разборке и транспортировании составных частей, которые не вызывают внешних и внутренних повреждений поверхностей и деформаций деталей.

**6.5** Сварные и клепаные сборочные единицы, а также составные части, соединенные с натягом, разборке не подлежат, за исключением тех, которые нуждаются в замене или ремонте.

**6.6** Разборку соединений, имеющих в сопряжении неподвижную посадку, необходимо производить съемниками или на прессе с применением оправок. Допускается подогрев охватывающей детали.

**6.7** Разборку соединений, имеющих в сопряжении подвижные посадки, следует производить вручную или легкими ударами молотка, изготовленного из мягкого материала (меди, латуни, алюминия, дерева, полиамида). Допускается применение стального молотка, удары которым наносятся через подкладки, не вызывающие внешних повреждений.

**6.8** Разъемные соединения, разборка которых затруднена из-за коррозии поверхностей деталей, следует пропитать керосином или специальными жидкостями не менее чем за 10 ч до разборки.

**6.9** При разборке не должны обезличиваться детали гидропневмоаппаратуры, взаимно приработанные, совместно обработанные детали, зубчатые и червячные пары, кольца разборных подшипников, а также сборочные единицы, прошедшие заводскую балансировку. Для этой цели на нерабочие поверхности следует нанести краской или ударным методом метки, определяющие их совместную принадлежность и положение.

**6.10** Разборка сборочных единиц гидравлической, пневматической и топливной систем должна производиться в условиях, исключающих попадание во внутренние полости пыли, грязи, посторонних предметов и др. Составные части перечисленных систем, имеющие уплотнения, подлежат обязательной разборке, не имеющие уплотнений подвергаются разборке только в случае необходимости ремонта, потребность в котором устанавливается при проверке составной части на работоспособность.

Способы хранения деталей и сборочных единиц гидроаппаратуры, систем безопасности и систем управления должны исключать возможность их повреждения и загрязнения.

**6.11** При разборке опорно-поворотного устройства (ОПУ) его составные части (полуобоймы, венцы) не обезличиваются, а их взаимное положение перед разборкой маркируется. Шарики с сепараторами и ролики из разных рядов не должны смешиваться, для чего их складывают в отдельную замаркированную тару, чтобы после мойки и дефектации установить на прежние места.

**6.12** При демонтаже подшипников качения усилие выпрессовки должно передаваться непосредственно кольцу, имеющему посадку с натягом. При этом нельзя допускать повреждения посадочных мест и деталей подшипника. Для демонтажа подшипников необходимо пользоваться съемниками или прессами.

**6.13** Для разборки резьбовых соединений следует использовать механический инструмент и гаечные ключи типов и размеров, обеспечивающих предохранение граней гаек и болтов от повреждения.

**6.14** Для удаления из корпуса редуктора, моста и других изделий срезанного стержня болта или шпильки следует использовать способы, обеспечивающие сохранность резьбы, нарезанной в корпусе.

**6.15** При необходимости рассверливания одного из нескольких резьбовых отверстий под резьбу следующего номинала (если это не уменьшает прочностные характеристики соединений), рассверливанию и нарезке, как правило, подлежат все остальные отверстия данного соединения.

**6.16** Разборку резьбового соединения с несколькими крепежными деталями следует производить с предварительным ослаблением всех болтов (гаек, винтов).

**6.17** Шпильку вывертывать из гнезда следует лишь в том случае, когда это необходимо для ее замены или ремонта детали, в которую эта шпилька была ввернута.

**6.18** У снятых с крана сборочных единиц: приборов, элементов электрооборудования, гидравлических и пневматических систем — до разборки предварительно должна быть проверена их работоспособность. По результатам проверки должно быть принято решение о степени разборки сборочных единиц, их дефектации и о восстановлении (замене) отдельных деталей.

**6.19** В снятых с крана сборочных единицах гидро-пневмосистем все отверстия для прохода рабочей жидкости или воздуха должны быть закрыты технологическими заглушками, а концы трубопроводов и рукавов, кроме того, обернуты промасленной бумагой (прочной пленкой).

**6.20** При разборке электродвигателя нельзя допускать повреждения изоляции обмоток и рабочих поверхностей вала и фланцев разъемов корпуса. Для предотвращения повреждений необходимо после снятия переднего щита между ротором и статором вставить лист электрокартона. Для выемки ротора следует применять специальные устройства; вынутый ротор следует укладывать на опоры во избежание повреждения обмотки, коллектора и крыльчатки вентилятора.

**6.21** При демонтаже электропроводки запрещается прилагать к ней усилия, которые могут привести к внутренним обрывам проводов и выходу их из строя.

**6.22** Разборка элементов электрооборудования кранов, подлежащих ремонту, должна производиться специалистами-электриками.

**6.23** Разборку и очистку сборочных единиц кранов следует производить после демонтажа электрооборудования и электропроводки.

**6.24** После разборки сборочных единиц их детали (кроме электрооборудования) необходимо укладывать в тару и отправлять в моечное отделение.

**6.25** Для удаления остатков смазки корпусные конструкции и детали рекомендуется промывать в камере (моечной машине) раствором синтетических моющих средств, приведенных в приложении В.

**6.26** Удаление старой краски с деталей из черных металлов и одновременную очистку от остальных загрязнений рекомендуется производить водным раствором едкого натра или другими специальными жидкостями, указанными в приложении В.

**6.27** Для удаления с деталей окалины, следов коррозии, старых лакокрасочных покрытий и подготовки поверхностей к последующему нанесению металлических и неметаллических покрытий рекомендуется применять металлопескоструйную или дробеструйную очистку в соответствии с приложением В.

**6.28** Поверхности элементов металлоконструкций, подлежащих ремонту, должны быть очищены от загрязнений и коррозии.

**6.29** Рыхлые и плотные слои коррозии рекомендуется удалять при помощи механизированного инструмента (щетками, скребками) или травлением в растворах кислот, кислых солей или щелочей путем погружения деталей в ванну с раствором.

Тонкий слой ржавчины может быть удален обработкой поверхности 2 %–3 %-ным раствором ортофосфорной кислоты при температуре от 348 К (75 °С) до 358 К (85 °С).

Для удаления ржавчины могут быть использованы и другие выпускаемые преобразователи ржавчины, указанные в приложении В.

**6.30** После мойки и сушки деталей, имеющих полированные и шлифованные поверхности, их следует покрыть тонким слоем смазки.

**6.31** Подшипники качения следует промыть в уайт-спирите (обезвоженном керосине), после чего обдуть сжатым воздухом.

**6.32** Детали электрооборудования, не имеющие обмоток, следует промывать моющим щелочным раствором с последующей промывкой горячей водой.

**6.33** Сборочные единицы электрооборудования, имеющие обмотки или катушки, необходимо обдуть сжатым воздухом и протереть тканью, после чего просушить при температуре от 363 К (90 °С) до 373 К (100 °С) в течение 30–90 мин, в зависимости от конструкции и размеров обмотки. Сильно загрязненные обмотки допускается промывать струей горячей воды (при температуре от 333 К (60 °С) до 343 К (70 °С) с обязательной последующей просушкой и пропиткой изоляционным лаком.

**6.34** Копоть и пыль рекомендуется удалять протирая тканью.

## 7 Материалы

**7.1** Материалы для изготовления новых и ремонта существующих деталей и элементов сварных металлоконструкций крана и требования к их качеству должны соответствовать указанным в ремонтных и(или) рабочих чертежах с учетом требований [4] и [5].

### 7.2 Входной контроль материалов

**7.2.1** Качество материала, применяемого для ремонта, должно быть подтверждено сертификатом предприятия-поставщика материала и входным контролем по ГОСТ 24297 и [4] на соответствие требованиям стандартов, техническим условиям и договорам поставки.

Соответствие сварочных материалов, поставляемых из-за рубежа, должно подтверждаться сертификатом соответствия, выданным органом по сертификации, аккредитованным в системе аккредитации Республики Беларусь.

При отсутствии сертификата или при недостаточном количестве необходимых данных в нем материал может быть использован для проведения ремонта после испытаний, проведенных аккредитованной лабораторией в соответствии с государственными и межгосударственными стандартами и другими ТНПА, необходимых для установления соответствия материала требованиям стандартов и другим ТНПА.

**7.2.2** Качество металла, применяемого для ремонта или изготовления расчетных элементов сварных несущих конструкций и деталей, должно быть подтверждено только сертификатами предприятий-поставщиков металла.

**7.2.3** Технологическую документацию на входной контроль разрабатывают технологические службы ремонтных предприятий (организаций) с утверждением главным инженером (техническим директором).

**7.2.4** Входной контроль должен проводиться службой ОТК с целью недопущения применения в производстве материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий, запасных частей, не соответствующих требованиям конструкторской документации и ТНПА.

**7.2.5** Производитель ремонта для обеспечения входного контроля всей поступающей продукции должен предусмотреть специальное помещение (участок), оборудованное средствами контроля, испытаний и отвечающее требованиям безопасности труда.

Персонал, осуществляющий входной контроль, должен быть аттестован в установленном порядке.

Средства измерений и испытательное оборудование, используемое при входном контроле, выбирают в соответствии с требованиями ТНПА на контролируемую продукцию и СТБ 8006.

**7.2.6** По результатам входного контроля составляют заключение о соответствии продукции установленным требованиям и заполняют журнал входного контроля комплектующих изделий и металла в соответствии с приложением Г.

**7.2.7** Металлопрокат, принятый при входном контроле, не имеющий поштучной маркировки, должен направляться на хранение или в производство только после его клеймения или окраски в соответствии с требованиями к маркировке, установленными стандартами на конкретный материал.

**7.2.8** Порядок проведения входного контроля и клеймения полуфабрикатов, комплектующих изделий и запасных частей устанавливает производитель ремонта.

**7.3** Для уточнения принадлежности металлопроката к углеродистым сталям (при отсутствии сертификата или необходимых данных) следует произвести анализ стали на содержание углерода, марганца и кремния.

**7.4** Для выявления принадлежности стали металлопроката и труб к качественной или легированной, после выявления содержания углерода следует произвести анализ на содержание хрома, никеля и кремния.

Результаты анализа следует сопоставить с данными стандартов на металлопрокат: ГОСТ 535, ГОСТ 1050, ГОСТ 4543, ГОСТ 8731, ГОСТ 14637 и ГОСТ 19281.

**7.5** Общие требования к качеству металлопроката, допускаемым дефектам должны соответствовать [4].

**7.6** Болты и гайки болтовых соединений должны изготовливаться из углеродистых сталей по ГОСТ 1759.0.

### 7.7 Требования к сварочным материалам, применяемым при ремонте

**7.7.1** Электроды должны подаваться на рабочие места сварщиков прокаленными, в пеналах, препятствующих их отсыреванию в течение рабочей смены.

Электроды перед сваркой следует прокаливать по режимам, указанным в сопроводительных документах предприятий-изготовителей.

**7.7.2** Электроды с органическим покрытием (ВСП-1, ВСЦ-2 и др.) для сварочных и наплавочных работ при ремонте грузоподъемных кранов применять не допускается (из-за возможности их перегрева в процессе сушки и сварки).

**7.7.3** Для полуавтоматической сварки в среде углекислого газа или его смесей ($CO_2$ + $O_2$; $CO_2$ + Ar и т. д.), при заварке трещин и наплавке следует применять проволоку диаметром не более 1,6 мм — в среде $CO_2$ и не более 2 мм — в смесях $CO_2$.

**7.7.4** Для ремонта металлоконструкций из углеродистых и низколегированных сталей способами автоматической сварки (наплавки), а также полуавтоматической сварки под слоем флюса следует применять только плавленые флюсы по ГОСТ 9087 с влажностью не более 0,1 %. Достижение указанного уровня влажности обеспечивается прокаливанием их в режиме, указанном в паспорте предприятия-изготовителя. При хранении флюсов необходимо обеспечить требуемый уровень влажности.

**7.7.5** Для ремонта металлоконструкций из высокопрочных низколегированных сталей с применением полуавтоматической и автоматической сварки и наплавки следует применять только флюсы, рекомендуемые [5].

**7.8** Для ремонта металлоконструкций способом полуавтоматической сварки и наплавки в среде углекислого газа следует применять только сварочную углекислоту по ГОСТ 8050 с содержанием $CO_2$ не менее 99,5 %.

**7.9** В производстве не должны применяться материалы, не предусмотренные ремонтной документацией.

**7.10** Условия хранения материалов должны исключать ухудшение их качества.

**7.11** Сварочные материалы (электроды, проволока, флюс) должны храниться в сухом отапливаемом помещении при температуре воздуха не ниже 288 К (15 °С) и относительной влажности не более 50 %.

## 8 Дефектация деталей и сборочных единиц

### 8.1 Общие требования

**8.1.1** Дефектация проводится с целью определения необходимости и объема выполняемого ремонта. По результатам дефектации составляются карты дефектации, рекомендуемая форма которых приведена в приложении Д.

**8.1.2** Технические требования к дефектации деталей и сборочных единиц, изложенные в настоящем разделе, предназначены для определения допустимых износов деталей при подготовке ремонтного производства.

**8.1.3** Дефектация деталей и сборочных единиц должна производиться внешним осмотром, измерением, проверкой на специальных стендах и в приспособлениях, имитацией работы без нагрузки.

Детали и сборочные единицы, дефектацию которых невозможно провести без очистки мест наиболее вероятного появления дефектов, должны быть предварительно очищены и промыты согласно требованиям раздела 6. После этого следует произвести их контроль на соответствие требованиям карт дефектации (таблицам дефектов) осмотром, проверкой на стендах и приспособлениях, измерением универсальным измерительным инструментом, калибрами и шаблонами, приборами (с использованием необходимой оснастки) способами, предусмотренными настоящим техническим кодексом. Рекомендуемый перечень измерительного инструмента и приборов, применяемых для измерения
и контроля составных частей изделий и деталей при дефектации, приведен в приложении Е.

**8.1.4** Дефектацию следует производить в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса, а при наличии технических условий на капитальный ремонт конкретного изделия — по картам дефектации, содержащимся в этих технических условиях.

**8.1.5** При наличии дефектов, не указанных в эксплуатационной документации на кран, но предусмотренных в ТНПА на изготовление нового крана — ГОСТ 13556, ГОСТ 22827, ГОСТ 27584 и [4], допускается пользоваться предельными значениями дефектов (отклонений) по указанным ТНПА на изготовление новых кранов, с увеличением предельных значений дефектов (отклонений) на 25 %.

**8.1.6** Проверенные детали и сборочные единицы должны сортироваться по группам и маркироваться способами, принятыми производителем ремонта:

а) годные;

б) подлежащие ремонту;

в) неремонтопригодные.

**8.1.7** Для выявления внешних дефектов составных частей (трещины, вмятины, дефекты сварных швов, видимые деформации, износ, повреждения изоляции и пр.) при визуальном контроле рекомендуется пользоваться лупами с 2–10-кратным увеличением.

**8.1.8** Отклонения геометрических размеров составных частей следует контролировать при помощи универсального измерительного инструмента, шаблонов, струн, калибров, теодолита. Точность измерения должна удовлетворять требованиям настоящего технического кодекса (картам дефектации) и [6].

**8.1.9** Для выявления скрытых дефектов (трещин, коррозии и др.) рекомендуется применять методы неразрушающего контроля по СТБ 1172, СТБ 1428 и ГОСТ 14782.

**8.1.10** Рабочие поверхности годных, не требующих ремонта деталей, не должны иметь задиров, забоин и других дефектов, влияющих на работоспособность деталей. Допустимые мелкие повреждения необходимо устранить зачисткой.

**8.1.11** При разборке подлежат выбраковке детали с явно выраженными дефектами (поломками, неустранимыми трещинами, деформациями и т. п.).

**8.1.12** Подлежат замене, независимо от их состояния, неметаллические прокладки, пружинные шайбы и шплинты.

### 8.2 Металлоконструкции

**8.2.1** Дефектация металлоконструкций может производиться следующими методами: внешним осмотром; измерениями отклонений от номинальных размеров и геометрической формы; методами неразрушающего контроля и проверкой химических и физико-механических свойств металла.

Дефекты и отклонения элементов металлоконструкций должны соответствовать требованиям [4] и [6].

**8.2.2** Не допускаются к восстановлению элементы металлоконструкций при обнаружении следующих дефектов:

— наличие на несущем элементе двух и более поперечных трещин, проходящих более чем на половину поперечного сечения;

— наличие на несущем элементе продольной трещины длиной более 500 мм;

— наличие на несущем элементе двух и более трещин, расположенных на расстоянии менее 200 мм друг от друга;

— наличие повторных трещин усталостного характера;

— наличие резких изгибов в местах деформаций;

— наличие надрывов или трещин в элементах, появившихся в результате аварий;

— наличие коррозионного износа элементов стреловых самоходных кранов более 10 % их первоначальной толщины;

— наличие уменьшения сечения элемента башенного крана из-за коррозии более 5 % его первоначальной толщины;

— наличие коррозионного износа несущих элементов мостовых и козловых кранов более 10 % по отношению к номинальной площади сечения, указанной в сортаменте соответствующего профиля. При уменьшении площади сечения в результате коррозии более 10 % прочность элементов металлоконструкций должна быть проверена расчетом. В случае уменьшения площади сечения элемента на 15 % и более в расчете следует учитывать фактические изменения моментов инерции и сопротивления сечения;

— наличие выпуклостей, изломов, не позволяющих достигнуть после ремонта требуемой несущей способности, определяемой расчетом или испытаниями.

**8.3 Валы (оси)**

**8.3.1** В процессе эксплуатации на сопряженных поверхностях вала (оси) и отверстия могут быть следующие дефекты:

— износ по диаметру, риски, наволакивание металла, задиры и забоины;

— отклонения от цилиндричности (конусообразность, бочкообразность, седлообразность);

— отклонения от прямолинейности;

— отклонения от круглости (овальность, огранка).

Основным критерием исправности сопряжения вал-отверстие является величина зазора (натяга) между сопряженными деталями.

Дефектация валов и осей должна производиться в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса и [4].

Валы, имеющие остаточные деформации изгиба и кручения, а также оси, изгиб которых не может быть устранен без снижения прочности детали, подлежат выбраковке. Трещины в валах не допускаются.

Превышение допустимого износа посадочной поверхности требует ее восстановления или замены детали.

**8.3.2** При определении допустимых износов для сопряжения вал-отверстие с подвижными посадками в качестве критериев этого сопряжения принимается величина зазора.

**8.3.2.1** Допустимый износ $И_{доп}$, мм, определяется по формуле

$$И_{доп} = \Delta_{доп} - \Delta_{наиб}, \quad (1)$$

где $\Delta_{доп}$ — допустимый зазор в сопряжении, мм;

$\Delta_{наиб}$ — наибольший зазор по рабочему чертежу, мм.

**8.3.2.2** Допустимый зазор в сопряжении $\Delta_{доп}$, мм, принимается:

$$\Delta_{доп} = (2\ldots2{,}5)\Delta_{наиб}. \quad (2)$$

**8.3.2.3** Допустимый износ $И_{доп}$ состоит из суммы допустимых износов вала $И_{доп.в}$ и отверстия $И_{доп.отв}$.

При приблизительно одинаковых износостойкости материалов отверстия и вала и трудоемкости восстановления поверхностей, $И_{доп}$ распределяется в соотношении 1:1. Если отверстие и вал по износостойкости одинаковы (ремонт отверстия, как правило, значительно сложнее, чем ремонт вала), то $И_{доп}$ распределяется в соотношении 2:1. Если наоборот, то 1:2. В отдельных случаях допускается (при крайне высокой стоимости одной из деталей или невозможности ее ремонта) $И_{доп}$ полностью переносить на более дорогую деталь.

**8.3.2.4** Допустимый размер вала $Д_{доп.в}$, мм, и допустимый размер отверстия $Д_{доп.отв}$, мм, определяются по формулам:

$$Д_{доп.в} = Д_{наим.в} - И_{доп.в}, \quad (3)$$

$$Д_{доп.отв} = Д_{наиб.отв} + И_{доп.отв}, \quad (4)$$

где $Д_{наим.в}$ — наименьший размер вала по рабочему чертежу, мм;

$Д_{наиб.отв}$ — наибольший размер отверстия по рабочему чертежу, мм.

**8.3.2.5** Значения $\Delta_{доп}$ в зависимости от посадки, $И_{доп}$ и распределения его на $И_{доп.в}$ и $И_{доп.отв}$ приведены в таблице 1. В таблице 1 предусмотрены только наиболее реальные распределения с соотношениями 1:1 и 2:1.

**8.3.2.6** Если рассчитанный по размерам на чертеже $\Delta_{наиб}$ не подходит ни к одной из посадок, приведенных в таблице 1, то $\Delta_{доп}$ и $И_{доп}$ определяются и назначаются по ближайшей посадке по таблице 1 с более жестким значением $\Delta_{наиб}$.

**Таблица 1**

В миллиметрах

| Рассматриваемая посадка | Условные обозначения зазоров и износов, варианты их распределения | | Значения зазоров и износов для номинальных размеров | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | св. 30 до 50 включ. | св. 50 до 80 включ. | св. 80 до 120 включ. | св. 120 до 180 включ. | св. 180 до 250 включ. | св. 250 до 315 включ. |
| H7/h6 | $\Delta_{наиб}$ | | 0,041 | 0,049 | 0,057 | 0,065 | 0,075 | 0,084 |
| | $\Delta_{доп}$ | | 0,082 | 0,096 | 0,114 | 0,130 | 0,150 | 0,168 |
| | $И_{доп}$ | | 0,041 | 0,049 | 0,057 | 0,065 | 0,075 | 0,084 |
| | Условия ремонта вала и отверстия равные | $И_{доп.в}$ | 0,020 | 0,024 | 0,028 | 0,032 | 0,037 | 0,042 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,021 | 0,025 | 0,029 | 0,033 | 0,038 | 0,042 |
| | Ремонт отверстия сложнее ремонта вала | $И_{доп.в}$ | 0,013 | 0,016 | 0,019 | 0,022 | 0,025 | 0,028 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,028 | 0,033 | 0,038 | 0,043 | 0,050 | 0,056 |
| H7/g6 | $\Delta_{наиб}$ | | 0,050 | 0,059 | 0,069 | 0,079 | 0,090 | 0,101 |
| | $\Delta_{доп}$ | | 0,100 | 0,118 | 0,138 | 0,158 | 0,180 | 0,202 |
| | $И_{доп}$ | | 0,050 | 0,059 | 0,069 | 0,079 | 0,090 | 0,101 |
| | Условия ремонта вала и отверстия равные | $И_{доп.в}$ | 0,025 | 0,029 | 0,034 | 0,039 | 0,034 | 0,050 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,025 | 0,030 | 0,035 | 0,040 | 0,067 | 0,051 |
| | Ремонт отверстия сложнее ремонта вала | $И_{доп.в}$ | 0,016 | 0,020 | 0,023 | 0,026 | 0,030 | 0,034 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,084 | 0,039 | 0,046 | 0,053 | 0,060 | 0,067 |
| H7/f7 | $\Delta_{наиб}$ | | 0,075 | 0,090 | 0,106 | 0,123 | 0,142 | 0,160 |
| | $\Delta_{доп}$ | | 0,150 | 0,180 | 0,212 | 0,246 | 0,284 | 0,320 |
| | $И_{доп}$ | | 0,075 | 0,090 | 0,106 | 0,123 | 0,142 | 0,160 |
| | Условия ремонта вала и отверстия равные | $И_{доп.в}$ | 0,036 | 0,045 | 0,053 | 0,061 | 0,071 | 0,080 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,037 | 0,045 | 0,053 | 0,062 | 0,071 | 0,080 |
| | Ремонт отверстия сложнее ремонта вала | $И_{доп.в}$ | 0,025 | 0,030 | 0,035 | 0,041 | 0,047 | 0,053 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,050 | 0,060 | 0,071 | 0,082 | 0,095 | 0,107 |
| H7/e8 | $\Delta_{наиб}$ | | 0,114 | 0,136 | 0,161 | 0,188 | 0,218 | 0,243 |
| | $\Delta_{доп}$ | | 0,228 | 0,272 | 0,322 | 0,376 | 0,436 | 0,486 |
| | $И_{доп}$ | | 0,114 | 0,136 | 0,161 | 0,188 | 0,218 | 0,243 |
| | Условия ремонта вала и отверстия равные | $И_{доп.в}$ | 0,057 | 0,068 | 0,080 | 0,094 | 0,109 | 0,121 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,057 | 0,068 | 0,081 | 0,094 | 0,109 | 0,122 |
| | Ремонт отверстия сложнее ремонта вала | $И_{доп.в}$ | 0,038 | 0,045 | 0,053 | 0,062 | 0,072 | 0,081 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,076 | 0,091 | 0,106 | 0,126 | 0,146 | 0,162 |

**Продолжение таблицы 1**

| Рассматриваемая посадка | Условные обозначения зазоров и износов, варианты их распределения | | Значения зазоров и износов для номинальных размеров | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | св. 30 до 50 включ. | св. 50 до 80 включ. | св. 80 до 120 включ. | св. 120 до 180 включ. | св. 180 до 250 включ. | св. 250 до 315 включ. |
| H8/h7 | $\Delta_{наиб}$ | | 0,064 | 0,076 | 0,089 | 0,103 | 0,118 | 0,133 |
| | $\Delta_{доп}$ | | 0,128 | 0,154 | 0,178 | 0,206 | 0,236 | 0,266 |
| | $И_{доп}$ | | 0,064 | 0,075 | 0,089 | 0,103 | 0,118 | 0,133 |
| | Условия ремонта вала и отверстия равные | $И_{доп.в}$ | 0,032 | 0,038 | 0,044 | 0,051 | 0,059 | 0,066 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,032 | 0,038 | 0,045 | 0,052 | 0,059 | 0,067 |
| | Ремонт отверстия сложнее ремонта вала | $И_{доп.в}$ | 0,021 | 0,025 | 0,029 | 0,034 | 0,039 | 0,044 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,043 | 0,051 | 0,060 | 0,069 | 0,079 | 0,089 |
| H8/f7 | $\Delta_{наиб}$ | | 0,089 | 0,106 | 0,125 | 0,146 | 0,168 | 0,189 |
| | $\Delta_{доп}$ | | 0,133 | 0,159 | 0,187 | 0,219 | 0,252 | 0,283 |
| | $И_{доп}$ | | 0,089 | 0,106 | 0,125 | 0,146 | 0,168 | 0,189 |
| | Условия ремонта вала и отверстия равные | $И_{доп.в}$ | 0,064 | 0,076 | 0,090 | 0,105 | 0,122 | 0,136 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,064 | 0,076 | 0,090 | 0,106 | 0,122 | 0,136 |
| | Ремонт отверстия сложнее ремонта вала | $И_{доп.в}$ | 0,042 | 0,051 | 0,060 | 0,070 | 0,081 | 0,090 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,086 | 0,101 | 0,120 | 0,141 | 0,163 | 0,182 |
| H8/e8 | $\Delta_{наиб}$ | | 0,128 | 0,152 | 0,180 | 0,211 | 0,244 | 0,272 |
| | $\Delta_{доп}$ | | 0,256 | 0,304 | 0,360 | 0,422 | 0,488 | 0,544 |
| | $И_{доп}$ | | 0,128 | 0,152 | 0,180 | 0,211 | 0,244 | 0,272 |
| | Условия ремонта вала и отверстия равные | $И_{доп.в}$ | 0,064 | 0,076 | 0,090 | 0,105 | 0,122 | 0,136 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,064 | 0,076 | 0,090 | 0,106 | 0,122 | 0,136 |
| | Ремонт отверстия сложнее ремонта вала | $И_{доп.в}$ | 0,042 | 0,051 | 0,060 | 0,070 | 0,081 | 0,090 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,086 | 0,101 | 0,120 | 0,141 | 0,163 | 0,182 |
| H8/h8 | $\Delta_{наиб}$ | | 0,078 | 0,092 | 0,108 | 0,126 | 0,144 | 0,162 |
| | $\Delta_{доп}$ | | 0,156 | 0,184 | 0,216 | 0,252 | 0,288 | 0,324 |
| | $И_{доп}$ | | 0,078 | 0,092 | 0,108 | 0,126 | 0,144 | 0,162 |
| | Условия ремонта вала и отверстия равные | $И_{доп.в}$ | 0,039 | 0,046 | 0,054 | 0,063 | 0,072 | 0,081 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,039 | 0,046 | 0,054 | 0,063 | 0,072 | 0,081 |
| | Ремонт отверстия сложнее ремонта вала | $И_{доп.в}$ | 0,026 | 0,031 | 0,036 | 0,042 | 0,048 | 0,054 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,052 | 0,061 | 0,072 | 0,084 | 0,096 | 0,108 |

**Продолжение таблицы 1**

| Рассматриваемая посадка | Условные обозначения зазоров и износов, варианты их распределения | | Значения зазоров и износов для номинальных размеров | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | св. 30 до 50 включ. | св. 50 до 80 включ. | св. 80 до 120 включ. | св. 120 до 180 включ. | св. 180 до 250 включ. | св. 250 до 315 включ. |
| H9/h8 | $\Delta_{наиб}$ | | 0,101 | 0,120 | 0,141 | 0,163 | 0,187 | 0,211 |
| | $\Delta_{доп}$ | | 0,202 | 0,240 | 0,282 | 0,326 | 0,374 | 0,422 |
| | $И_{доп}$ | | 0,101 | 0,120 | 0,141 | 0,163 | 0,187 | 0,211 |
| | Условия ремонта вала и отверстия равные | $И_{доп.в}$ | 0,050 | 0,060 | 0,070 | 0,081 | 0,093 | 0,105 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,051 | 0,060 | 0,071 | 0,082 | 0,094 | 0,106 |
| | Ремонт отверстия сложнее ремонта вала | $И_{доп.в}$ | 0,033 | 0,040 | 0,047 | 0,054 | 0,062 | 0,070 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,068 | 0,080 | 0,094 | 0,109 | 0,125 | 0,141 |
| H9/e8 | $\Delta_{наиб}$ | | 0,151 | 0,180 | 0,213 | 0,248 | 0,287 | 0,321 |
| | $\Delta_{доп}$ | | 0,302 | 0,360 | 0,426 | 0,496 | 0,574 | 0,642 |
| | $И_{доп}$ | | 0,151 | 0,180 | 0,213 | 0,248 | 0,287 | 0,321 |
| | Условия ремонта вала и отверстия равные | $И_{доп.в}$ | 0,075 | 0,090 | 0,106 | 0,124 | 0,143 | 0,160 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,076 | 0,090 | 0,107 | 0,124 | 0,143 | 0,161 |
| | Ремонт отверстия сложнее ремонта вала | $И_{доп.в}$ | 0,050 | 0,060 | 0,071 | 0,082 | 0,095 | 0,107 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,101 | 0,120 | 0,142 | 0,166 | 0,192 | 0,214 |
| H11/h11 | $\Delta_{наиб}$ | | 0,320 | 0,380 | 0,440 | 0,500 | 0,580 | 0,640 |
| | $\Delta_{доп}$ | | 0,800 | 0,950 | 1,100 | 1,250 | 1,450 | 1,600 |
| | $И_{доп}$ | | 0,480 | 0,570 | 0,660 | 0,750 | 0,870 | 0,960 |
| | Условия ремонта вала и отверстия равные | $И_{доп.в}$ | 0,240 | 0,285 | 0,330 | 0,375 | 0,435 | 0,480 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,240 | 0,285 | 0,330 | 0,375 | 0,435 | 0,480 |
| | Ремонт отверстия сложнее ремонта вала | $И_{доп.в}$ | 0,160 | 0,190 | 0,220 | 0,250 | 0,290 | 0,320 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,320 | 0,380 | 0,440 | 0,500 | 0,580 | 0,640 |
| H11/d11 | $\Delta_{наиб}$ | | 0,400 | 0,480 | 0,560 | 0,645 | 0,750 | 0,830 |
| | $\Delta_{доп}$ | | 1,000 | 1,200 | 1,400 | 1,613 | 1,875 | 2,075 |
| | $И_{доп}$ | | 0,600 | 0,720 | 0,840 | 0,968 | 1,125 | 1,245 |
| | Условия ремонта вала и отверстия равные | $И_{доп.в}$ | 0,300 | 0,360 | 0,420 | 0,484 | 0,562 | 0,622 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,300 | 0,360 | 0,420 | 0,484 | 0,563 | 0,623 |
| | Ремонт отверстия сложнее ремонта вала | $И_{доп.в}$ | 0,200 | 0,240 | 0,280 | 0,322 | 0,375 | 0,415 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,400 | 0,480 | 0,560 | 0,646 | 0,750 | 0,830 |

**Окончание таблицы 1**

| Рассматриваемая посадка | Условные обозначения зазоров и износов, варианты их распределения | | Значения зазоров и износов для номинальных размеров | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | св. 30 до 50 включ. | св. 50 до 80 включ. | св. 80 до 120 включ. | св. 120 до 180 включ. | св. 180 до 250 включ. | св. 250 до 315 включ. |
| $\frac{H14}{h14}$ | $\Delta_{наиб}$ | | 1,240 | 1,480 | 1,740 | 2,000 | 2,300 | 2,600 |
| | $\Delta_{доп}$ | | 2,480 | 2,960 | 3,480 | 4,000 | 4,600 | 5,200 |
| | $И_{доп}$ | | 1,240 | 1,480 | 1,740 | 2,000 | 2,300 | 2,600 |
| | Условия ремонта вала и отверстия равные | $И_{доп.в}$ | 0,620 | 0,740 | 0,870 | 1,000 | 1,150 | 1,300 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,620 | 0,740 | 0,870 | 1,000 | 1,150 | 1,300 |
| | Ремонт отверстия сложнее ремонта вала | $И_{доп.в}$ | 0,410 | 0,490 | 0,580 | 0,660 | 0,760 | 0,860 |
| | | $И_{доп.отв}$ | 0,830 | 0,990 | 1,160 | 1,340 | 1,540 | 1,740 |
| *Примечание* — Значения износов и зазоров для посадок, не представленных в таблице, определяются по формулам (1) и (2). | | | | | | | | |

**8.3.2.7** Если посадка в сопряжении не указана (размер без допусков) — зазор в сопряжении принимается по посадке $\frac{H14}{h14}$.

Определение $И_{доп}$ необходимо производить по таблице 1. Распределение $И_{доп}$ на $И_{доп.в}$ и $И_{доп.отв}$ и определение допустимых размеров вала и отверстия производится по вышеизложенной методике.

**8.3.3** Допустимые зазоры (натяги) и размеры вала и отверстия в посадке подшипник качения с валом и отверстием определяются по 8.3.3.1 – 8.3.3.5.

**8.3.3.1** Точность основных размеров подшипников качения принимается по крайним классам: 0 и 6.

**8.3.3.2** Основными дефектами сопряжения вала или отверстия с подшипником являются:

— износ внутреннего или наружного кольца подшипника по диаметру;

— износ по диаметру сопряженных с подшипником поверхностей вала или отверстия корпуса.

**8.3.3.3** Посадки колец шарико- и роликоподшипников на вал и в отверстие задаются по ГОСТ 3325. Для вращающихся колец — посадка неподвижная, характеризующаяся натягом; для невращающихся — подвижная, характеризующаяся зазором.

**8.3.3.4** При ремонте требования к посадке могут быть несколько снижены, т. е. подвижная или неподвижная посадка могут быть приняты по отклонениям следующего (большего) интервала диаметров.

**8.3.3.5** Допустимые размеры шеек вала под подшипник и допустимые зазоры (натяги) в сопряжении подшипник-вал — по единой системе допусков и посадок (ЕСДП) или таблице 2.

**8.3.4** Допустимые зазоры, износ и размеры вала и отверстия в соединениях пар качения по роликам, роликоподшипникам без колец и игольчатым подшипникам определяются по 8.3.4.1 – 8.3.4.5.

**8.3.4.1** Основными дефектами поверхностей валов и отверстий в соединениях пар качения по роликам, роликоподшипникам без колец и игольчатым подшипникам являются износ по диаметру, вмятины от роликов или игл и выкрашивание упрочненного слоя.

**8.3.4.2** По таким дефектам как вмятины и выкрашивание упрочненного слоя, детали выбраковываются, если их восстановление до размеров по рабочим чертежам экономически и технологически нецелесообразно.

**8.3.4.3** Допустимые износы поверхностей деталей в соединениях пар качения определяются по таблице 1, как для поверхностей деталей в соединениях по посадкам движения с учетом условий работы. При этом допустимый износ не должен превышать 1,5-кратного значения допуска на размер поверхности по рабочему чертежу. Допустимый суммарный зазор в соединениях пар качения по роликам для общего случая не должен превышать удвоенного, а для случая с повышенными требованиями (например, поворотная опора) — 1,5-кратного значения наибольшего суммарного зазора по рабочему чертежу или ТНПА.

**Таблица 2 — Допустимые размеры шеек вала под подшипники и допустимые зазоры (натяги) в сопряжении подшипник-вал**

| Номинальный размер, мм | | $\Delta_{вн}$, мкм | Поле допуска по ЕСДП | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | n6 | | | к6 | | | $j_s6$ | | | h6 | | | g6 | | | f7 | | |
| св. | до, включ. | | $\Delta_в$, мкм | $Д_{доп.в}$, мм | $\alpha'$, мкм | $\Delta_в$, мкм | $Д_{доп.в}$, мм | $\alpha'$, мкм | $\Delta_в$, мкм | $Д_{доп.в}$, мм | $\alpha'$, мкм | $\Delta_в$, мкм | $Д_{доп.в}$, мм | $\alpha'$, мкм | $\Delta_в$, мкм | $Д_{доп.в}$, мм | $\alpha'$, мкм | $\Delta_в$, мкм | $Д_{доп.в}$, мм | $\alpha'$, мкм |
| 30 | 50 | 0<br>–12 | +33<br>+17 | 50,009 | –9 | +18<br>+2 | 49,992 | +8,0 | +8<br>–8 | 49,992 | +8 | 0<br>–16 | 49,975 | +25 | –9<br>–25 | 49,950 | +50 | –25<br>–50 | 49,911 | +89 |
| 50 | 80 | 0<br>–15 | +39<br>+20 | 80,011 | –11 | +21<br>+2 | 79,990 | +9,5 | +9,5<br>–9,5 | 79,990 | +9,5 | 0<br>–19 | 79,971 | +29 | –10<br>–29 | 79,940 | +60 | –30<br>–60 | 79,894 | +106 |
| 80 | 120 | 0<br>–20 | +45<br>+23 | 120,013 | –13 | +25<br>+3 | 119,989 | +11 | +11<br>–11 | 119,989 | +11,0 | 0<br>–22 | 119,966 | +34 | –12<br>–34 | 119,929 | +71 | –36<br>–71 | 119,874 | +126 |
| 120 | 180 | 0<br>–25 | +52<br>+27 | 180,015 | –15 | +28<br>+3 | 179,987 | +12,5 | +12,5<br>–12,5 | 179,987 | +12,5 | 0<br>–25 | 179,961 | +39 | –14<br>–39 | 179,917 | +83 | –43<br>–83 | 179,852 | +148 |
| 180 | 250 | 0<br>–30 | +60<br>+31 | 250,017 | –17 | +33<br>+4 | 249,985 | +14,5 | +14,5<br>–14,5 | 249,985 | +14,5 | 0<br>–29 | 249,956 | +44 | –15<br>–44 | 249,904 | +96 | –50<br>–96 | 249,828 | +172 |
| 250 | 315 | 0<br>–35 | +66<br>+34 | 315,020 | –20 | +36<br>+4 | 314,984 | +16,0 | +16<br>–16 | 314,984 | +16,0 | 0<br>–32 | 314,951 | +49 | –17<br>–49 | 314,892 | +103 | –56<br>–108 | 314,809 | +191 |

*Примечание* — Условные обозначения:

$\Delta_{вн}$ — допустимые отклонения внутреннего диаметра подшипника, мкм;

$\Delta_в$ — предельные отклонения размера шейки вала, мкм;

$Д_{доп.в}$ — допустимый размер шейки вала, мм. (В таблице значение указано для наибольшего для данного интервала номинального размера. Для конкретного номинального размера в данном интервале следует принимать конкретный номинальный диаметр);

$\alpha'$ — допустимый зазор (+) или натяг (–) в сопряжении вал-отверстие подшипника, мкм.

Поверхности, выполненные по основному отверстию или валу, рассматриваются как поверхности по скользящей посадке этого же класса точности.

**8.3.4.4** Распределение допустимого износа в соединениях пар качения по роликам на допустимые износы вала и отверстия следует производить из учета экономической оценки ремонта и стоимости деталей.

**8.3.4.5** Допустимые суммарные зазоры в соединениях пар качения по роликам следует определять по допустимым размерам поверхностей деталей и наименьшим предельным размерам роликов.

**8.3.5** Допустимые зазоры, износ и размеры вала и отверстия в соединениях с переходными посадками определяются по 8.3.5.1 – 8.3.5.3.

**8.3.5.1** После ремонта требования, предъявляемые к соединениям с переходными посадками (с посадками, обеспечивающими при сборке в сопряжении зазор или натяг), остаются прежними, но могут быть несколько снижены в зависимости от назначения и условий работы соединения.

**8.3.5.2** Для поверхностей деталей соединений (соединения валов со шкивами, шестернями и звездочками) допустимыми размерами являются:

— для основного отверстия или вала — наибольший (для отверстия) и наименьший (для вала) предельный размер основного отверстия или вала следующего квалитета;

— для отверстия или вала по переходной посадке — наибольший (для отверстия) и наименьший (для вала) предельный размер по следующему более свободному полю допуска этого же квалитета.

**8.3.5.3** Допустимый зазор в соединении определяется по принятым (с округлением до сотых долей миллиметра) значениям допустимых размеров отверстия и вала.

**8.3.6** Допустимые натяги, износ и размеры для сопряжения вал-отверстие с прессовыми посадками определяются по 8.3.6.1 – 8.3.6.5.

**8.3.6.1** После распрессовки действительные размеры поверхностей сопрягаемых деталей в соединениях с прессовыми посадками (с посадками, обеспечивающими при сборке в сопряжении гарантированный натяг) вследствие деформаций при сборке и разборке существенно отличаются от первоначальных и тем больше, чем больше был первоначальный натяг.

Износ поверхностей сопрягаемых деталей по диаметру в соединениях с прессовыми посадками в процессе эксплуатации носит случайный характер и появляется только при ослаблении посадки.

**8.3.6.2** Расчеты, связанные с выбором и назначением прессовых посадок, сводятся к определению прочности соединения при минимальном натяге (наихудших условиях работы соединения) с учетом сглаживания микронеровностей и способа сборки.

**8.3.6.3** После ремонта условия работы, а следовательно, и требования, предъявляемые к соединениям с прессовыми посадками, остаются прежними. Поэтому за допустимый натяг $Н_{доп}$, мм, в соединении с прессовой посадкой принимается наименьший натяг $Н_{наим}$, мм, заданный для этого соединения по рабочему чертежу:

$$Н_{доп} = Н_{наим}. \quad (5)$$

**8.3.6.4** Допустимые износы и допустимые размеры определяются и назначаются для посадочных поверхностей (вала или отверстия) дорогостоящих, трудоемких и сложных в ремонте деталей с целью продления срока их эксплуатации без ремонта, исходя из условий обеспечения предельно допустимого натяга подбором при сборке с сопрягаемой деталью наибольшего (для отверстия) $Д_{наиб.отв}$, мм, или наименьшего (для вала) $Д_{наим.в}$, мм, размера:

$$Д_{доп.отв} = Д_{наим.в} – Н_{доп}, \quad (6)$$

$$Д_{доп.в} = Д_{наиб.отв} + Н_{доп}. \quad (7)$$

**8.3.6.5** Ослабленные детали типа цилиндрического штифта при разборке, как правило, не рассматриваются, деталь выбраковывается без контроля размеров под запрессовку.

**8.3.7** Допустимые размеры вала для сопряжения вал-уплотнение при вращательном движении определяются по 8.3.7.1 и 8.3.7.2.

**8.3.7.1** Допустимый износ вала $И_{доп.в}$ в сопряжении вал-сальник (несамоподжимной) принимается от 0,10 до 0,20 мм. Допустимый размер вала $Д_{доп.в}$, мм, определяется по формуле

$$Д_{доп.в} = Д_{наим.в} – И_{доп.в}. \quad (8)$$

**8.3.7.2** Допустимый износ вала $И_{доп.в}$ в сопряжении вал-самоподжимное уплотнение принимается от 0,25 до 0,35 мм.

**8.3.8** Допустимый износ и размеры вала и отверстия под резиновые манжеты и кольца при возвратно-поступательном движении определяются по 8.3.8.1 – 8.3.8.3.

**8.3.8.1** На уплотняемых поверхностях деталей гидравлических или пневматических устройств (цилиндров и штоков) с резиновыми манжетами и кольцами при возвратно-поступательном движении наблюдается равномерный износ по всей длине уплотняемой поверхности, односторонний или неравномерный износ, а также риски и задиры.

Нормальная работа уплотнения при неравномерном износе, а также при наличии рисок и задиров невозможна. Поэтому уплотняемые поверхности с такими дефектами подлежат обязательной обработке по всей длине до устранения дефектов, но до размера не более допустимого для отверстия или не менее допустимого для вала.

**8.3.8.2** Допустимый износ уплотняемых поверхностей в указанном случае определяется по таблице 1, как для поверхностей деталей в соединениях по подвижным посадкам, в зависимости от посадки, по которой выполнена уплотняемая поверхность, требований, предъявляемых к соединению, условий работы, а также расчетного давления. Чем выше рабочее давление, тем меньше допустимый износ.

**8.3.8.3** Допустимый износ уплотняемых поверхностей деталей типа штока в механизмах перемены передач под резиновые, фетровые или войлочные кольца и другие уплотняющие элементы определяется по таблице 1, как для поверхностей деталей в соединениях по подвижным посадкам.

**8.3.9** Допустимый износ, размеры и зазоры для шлицевых соединений с прямобочным профилем зубьев определяются по 8.3.9.1 – 8.3.9.5.

**8.3.9.1** При дефектации повреждения и износы шлицевого соединения определяются внешним осмотром и измерением. При этом различают следующие характерные дефекты:

— забоины, заусенцы на зубьях вала и отверстия;

— износ сопрягаемых центрирующих поверхностей;

— износ зубьев вала по толщине;

— износ впадин отверстия по ширине.

Основными дефектами, по которым необходимо определять допустимые износы и размеры, являются износы зубьев (впадин) по толщине (по ширине) и по диаметру для подвижных соединений.

**8.3.9.2** Допустимые зазоры и износы по центрирующим диаметрам подвижных соединений определяются по таблице 1, как для поверхностей деталей в соединениях по подвижным посадкам.

**8.3.9.3** Допустимые зазоры $С_{доп}$ в сопряжении назначаются в зависимости от характера соединения, посадки и толщины зубьев (ширины впадины).

Значения допустимых зазоров в сопряжениях $С_{доп}$ приведены в таблице 3. Допустимый износ $И_{доп}$, мм, в сопряжении определяется по формуле

$$И_{доп} = С_{доп} – С_{наиб}, \quad (9)$$

где $С_{наиб}$ — наибольший зазор в сопряжении для новых деталей по рабочему чертежу, мм.

**Таблица 3 — Допустимые зазоры в сопряжениях**

| Толщина зуба (ширина впадины), мм | Характер соединения | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Неподвижное | | Подвижное | | Работа с реверсированием | |
| | Допустимый зазор в сопряжении $С_{доп}$, мм, для квалитетов | | | | | |
| | 9; 10 | 6–8 | 9; 10 | 6–8 | 9; 10 | 6–8 |
| До 8 | 0,40 | 0,26 | 0,50 | 0,34 | 0,30 | 0,20 |
| От 8 “ 16 включ. | 0,50 | 0,34 | 0,75 | 0,50 | 0,40 | 0,26 |

**8.3.9.4** Распределение $И_{доп}$ на допустимый износ зубьев вала $И_{доп.з.в}$ и допустимый износ впадин втулки $И_{доп.вп.вт}$ производится, исходя из условий износостойкости материала деталей, возможности и экономической целесообразности их ремонта в соотношениях 1:1, 1:2 (2:1) или любом другом, исходя из тех же условий.

**8.3.9.5** Допустимая толщина зуба на валу $В_{доп.з.в}$, мм, и допустимая ширина впадины во втулке $В_{доп.вп.вт}$, мм, определяются по формулам:

$$В_{доп.з.в} = В_{наим.з.в} – И_{доп.з.в}, \quad (10)$$

где $В_{наим.з.в}$ — наименьшая толщина зуба по рабочему чертежу, мм;

$$В_{доп.вп.вт} = В_{наиб.вп.вт} + И_{доп.вп.вт}, \quad (11)$$

где $В_{наиб.вп.вт}$ — наибольшая ширина впадины по рабочему чертежу, мм.

Допустимые размеры зубьев вала по толщине и пазов втулки по ширине округляют до сотых долей миллиметра для деталей, изготовленных по 6–8 квалитетам, и до десятых долей миллиметра — для деталей, изготовленных по 9 и 10 квалитетам.

**8.3.10** Допустимый износ и размеры для шлицевых соединений с эвольвентным профилем зубьев определяются по 8.3.10.1 – 8.3.10.6.

**8.3.10.1** Основным дефектом детали в эвольвентных шлицевых соединениях является износ зубьев вала по толщине и пазов отверстия по ширине.

**8.3.10.2** Допустимый износ $И_{доп}$ в эвольвентных шлицевых соединениях, независимо от заданных в чертежах размеров (толщины зубьев и ширины пазов или размеров по роликам), определяется в зависимости от модуля *m* по таблице 4.

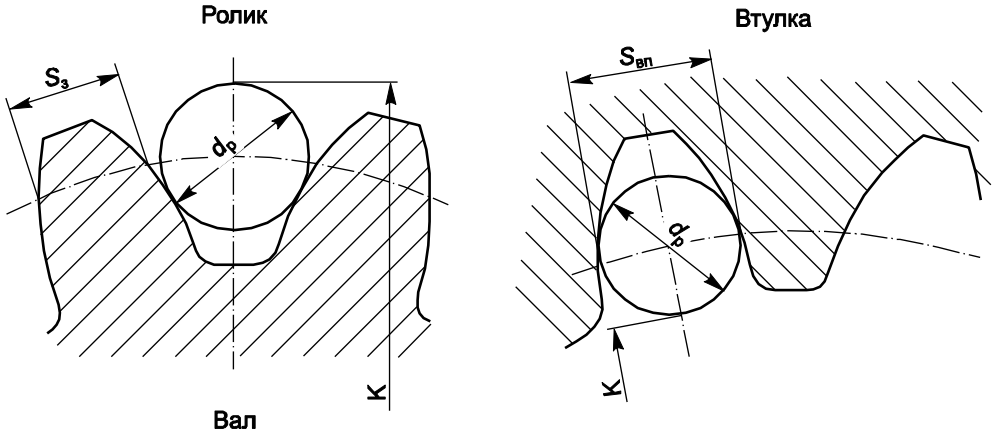
**Таблица 4 — Величина допустимого износа**

В миллиметрах

| *m* | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 5,0 | 7,0 и 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $И_{доп}$ | 0,14 | 0,16 | 0,17 | 0,18 | 0,19 | 0,20 | 0,24 | Не более 0,30 |

**8.3.10.3** Распределение $И_{доп}$ на допустимый износ зубьев вала $И_{доп.з.в}$ и допустимый износ впадин втулки $И_{доп.вп.вт}$ производится в зависимости от износостойкости материала деталей, возможности и экономической целесообразности их ремонта в соотношениях 1:1, 1:2 (2:1) или любом другом, исходя из тех же условий.

**8.3.10.4** Толщина зуба, ширина впадины и другие параметры шлицевых соединений с эвольвентным профилем зубьев измеряются, как правило, с помощью роликов в сочетании с жестким измерением в соответствии с рисунком 1.




$S_з$ — толщина зуба на валу; $S_{вп}$ — ширина впадины во втулке;
$d_р$ — диаметр ролика по рабочему чертежу;
К — измеряемый размер по роликам

**Рисунок 1 — Измерение параметров шлицевых соединений с помощью роликов**

Размер К, характеризующий толщину зуба и ширину впадины, задается рабочим чертежом на новую деталь.

Допустимый размер по роликам для вала $К_{доп.з.в}$, мм, и допустимый размер по роликам для втулки $К_{доп.вп}$, мм, определяются по формулам:

$$К_{доп.з.в} = К_{наим.з.в} – И_{доп.з.в}, \quad (12)$$

$$К_{доп.вп} = К_{наиб.вп} + И_{доп.вп.вт} \quad (13)$$

где $К_{наим.з.в}$ — наименьший размер по роликам для вала по рабочему чертежу, мм;
$К_{наиб.вп}$ — наибольший размер по роликам для втулки по рабочему чертежу, мм.

**8.3.10.5** Если рабочим чертежом заданы толщина зуба вала и ширина впадины отверстия, причем по ним производится контроль качества изготовления деталей, допустимые размеры толщины зуба $S_{доп.з}$, мм, и ширины впадины $S_{доп.вп}$, мм, определяются по формулам:

$$S_{доп.з} = S_{наим.з} – И_{доп.з.в}, \quad (14)$$

$$S_{доп.вп} = S_{наиб.вп} + И_{доп.вп}, \quad (15)$$

где $S_{наим.з}$ — наименьшая толщина зуба по рабочему чертежу, мм;
$S_{наиб.вп}$ — наибольшая ширина впадины по рабочему чертежу, мм.

**8.3.10.6** Допустимые размеры зубьев вала и пазов отверстия следует назначать с округлением до сотых долей миллиметра для деталей, изготовленных по 7 и 8 квалитетам, и до десятых долей — по 9–11 квалитетам.

**8.3.11** Допустимые зазоры, износ и размеры пазов в шпоночных соединениях определяются по 8.3.11.1 – 8.3.11.6.

**8.3.11.1** Шпоночные соединения в зависимости от профиля шпонки подразделяются на призматические, сегментные, клиновые и тангенциальные. В настоящем разделе дано определение допустимых износов, размеров и зазоров для призматических шпоночных соединений.

**8.3.11.2** Основными дефектами шпоночных соединений являются:

— износ шпоночного паза по ширине;

— смятие, износ по боковым поверхностям шпонки;

— смятие, забоины на боковых поверхностях шпоночного паза и шпонки.

Карты дефектации на ремонт шпонок не разрабатываются. Смятия, забоины на боковых поверхностях шпоночного паза обнаруживаются осмотром и устраняются зачисткой.

**8.3.11.3** Так как шпоночные соединения предназначены для передачи крутящего момента, требования, предъявляемые к ним после ремонта, такие же, как и к новым. Поэтому допустимый размер шпоночного паза по ширине на валу и в отверстии назначается таким, при котором в сборе с новой шпонкой наибольшего размера по толщине характер посадки в отремонтированном соединении сохраняется как для наихудшего случая в новом соединении. Наихудшим случаем заданной чертежом посадки является наибольший зазор в соединении.

Допускается увеличение ширины шпоночного паза по сравнению с заданным до 15 %. В этом случае может быть подобрана шпонка увеличенного размера, при сохранении требуемой по рабочему чертежу посадки.

**8.3.11.4** Определение допустимой ширины шпоночного паза на валу $B_{доп.шп.в}$, мм, и допустимой ширины шпоночного паза во втулке $B_{доп.шп.вт}$, мм, производится по формулам:

$$B_{доп.шп.в} = B_{наиб.шп} + \Delta_{шп.в}, \quad (16)$$

$$B_{доп.шп.вт} = B_{наиб.шп} + \Delta_{п.вт}, \quad (17)$$

где $B_{наиб.шп}$ — наибольшая ширина шпонки по рабочему чертежу, мм;
$\Delta_{шп.в}$ — наибольший зазор в соединении шпоночный паз на валу–шпонка, мм;
$\Delta_{п.вт}$ — наибольший зазор в соединении шпоночный паз во втулке–шпонка, мм.

**8.3.11.5** Предельные отклонения ширины шпоночного паза на валу приведены в таблицах 5 и 6.

**Таблица 5 — Обозначение предельных отклонений размеров по ширине шпоночных соединений**

| Вид соединения | Обозначение предельных отклонений размеров по ширине | | | Назначение посадки |
|---|---|---|---|---|
| | шпонки | паза вала | паза втулки | |
| Неподвижное напряженное по валу, скользящее во втулке | h9 | P9 | P9 | Плотное соединение |
| Неподвижное напряженное по валу, ходовое во втулке | | N9 | $J_s$9 | Нормальное соединение |
| Неподвижное плотное по валу, ходовое во втулке | | H9 | D10 | Свободное соединение |

**Таблица 6 — Предельные отклонения ширины шпоночных пазов вала и втулки**

| Номинальная ширина шпонки и паза, мм | Предельные отклонения ширины шпоночных пазов, мкм, при предельных отклонениях размеров по ширине пазов | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | вала | | | втулки | | |
| | P9 | N9 | H9 | P9 | $J_s9$ | D10 |
| От 3 до 6 включ. | –12<br>–42 | 0<br>–30 | +30<br>0 | –12<br>–42 | +15<br>–15 | +78<br>+30 |
| Св. 6 до 10 включ. | –15<br>–51 | 0<br>–36 | +36<br>0 | –15<br>–51 | +18<br>–18 | +98<br>+40 |
| Св. 10 до 18 включ. | –18<br>–61 | 0<br>–43 | +43<br>0 | –18<br>–61 | +21<br>–21 | +120<br>+60 |
| Св. 18 до 30 включ. | –22<br>–74 | 0<br>–52 | +52<br>0 | –22<br>–74 | +26<br>–26 | +149<br>+65 |
| Св. 30 до 50 включ. | –26<br>–88 | 0<br>–62 | +62<br>0 | –26<br>–83 | +31<br>–31 | +180<br>+80 |

*Примечание* — При отличии предельных отклонений ширины шпоночного паза, указанных на чертеже, от предельных отклонений, приведенных в таблице 6, отклонения на чертеже приравниваются к последним. Например, ширина шпоночного паза на чертеже по валу $18^{-0,015}_{-0,060}$ мм. Предельные отклонения приравниваются к P9, т. е. $18^{-0,018}_{-0,061}$ мм.

**8.3.11.6** Значения величин $B_{доп.в}$ и $B_{доп.отв}$ приведены в таблице 7. При увеличении шпоночного паза на валу или во втулке не более допустимого размера, определенного по таблице 7, паз не ремонтируется, подгоняется новая шпонка с сохранением натягов (зазоров) по рабочему чертежу.

**Таблица 7 — Значения $B_{доп}$ для предельных значений ширины шпоночного паза**

В миллиметрах

| Номинальная ширина шпоночного паза | $B_{доп.в}$ при посадке | | | $B_{доп.отв}$ при посадке | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | P9/h9 | N9/h9 | H9/h9 | P9/h9 | $J_s9$/h9 | D10/h9 |
| От 3 до 6 включ. | 6,02 | 6,03 | 6,06 | 6,02 | 6,05 | 6,11 |
| Св. 6 “ 10 “ | 10,02 | 10,04 | 10,07 | 10,02 | 10,05 | 10,13 |
| “ 10 “ 18 “ | 18,02 | 18,04 | 18,09 | 18,02 | 18,06 | 18,16 |
| “ 18 “ 30 “ | 30,03 | 30,05 | 30,10 | 30,03 | 30,08 | 30,20 |
| “ 30 “ 50 “ | 50,04 | 50,06 | 50,12 | 50,04 | 50,09 | 50,24 |

## 8.4 Зубчатые передачи

**8.4.1** Основными дефектами зубчатых колес являются:

— трещины и изломы зубьев;

— выкрашивания на рабочей поверхности («питтинг»);

— неравномерный износ зубьев по длине;

— износ зубьев по толщине.

а) При наличии трещин любого размера и расположения, а также излома зубьев шестерню бракуют.

б) Выкрашивание на рабочей поверхности зубьев происходит, как правило, у шестерен, имеющих твердость поверхности более 45 HRC. При меньшей твердости износ зубьев по толщине опережает выкрашивание. Этот дефект возникает также при работе зубчатых передач без смазки и в открытых передачах.

Определение допустимой площади выкрашивания $F_{доп}$, мм$^2$, на сторону зуба производится по формуле

$$F_{доп} = B_1 B_2, \quad (18)$$

где $B_2$ — условная допустимая ширина выкрошенного участка, мм;

$B_1$ — условная допустимая длина выкрошенного участка, мм, которая определяется по формуле

$$B_1 = AB'_{черт}, \quad (19)$$

здесь A — коэффициент, зависящий от отношения $B'_{черт}$ к модулю зубьев $m$, $\left(\frac{B'_{черт}}{m}\right)$, для конических колес принимается наибольший торцевой модуль;

$B'_{черт}$ — номинальная длина зуба по рабочему чертежу (ширина зуба) в конических шестернях принимается по вершине зуба, мм.

Значения коэффициента A указаны в таблице 8.

**Таблица 8 — Значения коэффициента A для зубчатых передач**

| Характер передачи | Значения коэффициента A при $\frac{B'_{черт}}{m}$ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | от 3,5 до 5 включ. | св. 5 до 8 включ. | св. 8 до 10 включ. | св. 10 до 15 включ. | св. 15 |
| Цилиндрические зубчатые передачи | | | | | |
| Передвижные шестерни | 0,15–0,20 | 0,11–0,12 | 0,07–0,09 | 0,062–0,068 | 0,04–0,05 |
| Шестерни постоянного зацепления | 0,18–0,20 | 0,14–0,15 | 0,12–0,13 | 0,110–0,115 | 0,07–0,08 |
| Прямозубые конические зубчатые передачи | | | | | |
| — | 0,21–0,28 | 0,13–0,19 | 0,08–0,10 | 0,05–0,06 | 0,03–0,04 |

В таблице 8 представлены значения коэффициента A для зубчатых пар редукторов (со смазкой).

Условная допустимая ширина выкрошенного участка $B_2$, мм, определяется по формуле

$$B_2 = \sqrt{m}, \quad (20)$$

где $m$ — модуль, мм.

Значения $B_2$ приведены в таблице 9.

**Таблица 9 — Допустимая ширина выкрошенного зуба**

В миллиметрах

| $m$ | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $B_2$ | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,6 | 2,8 | 3,0 | 3,2 |

Допустимая площадь выкрашивания сопоставляется с действительно измеренной, при этом глубина выкрашивания не должна превышать 5 % толщины зуба по делительной окружности.

Местное выкрашивание площадью 1,5 мм$^2$ не дефектуется.

Сколы и выкрашивания на торцах зубьев возникают в шестернях, зубья которых имеют твердость более 45 HRC, при кратковременных ударных нагрузках по торцам при входе шестерен в зацепление. Допустимая глубина сколов и выкрашивания — не более 1 мм, а длина по рабочей стороне зуба, измеренная от торца, — не более 2–2,5 мм (последнее значение — для шестерен, имеющих длину зуба по чертежу более 30 мм).

в) Износы зубьев по толщине (длине), превышающие допустимые, определяемые нижеизложенными методами, являются выбраковочным признаком.

**8.4.2** Допустимые величины износа и размеров зубьев по толщине в цилиндрических шестернях без упрочненного поверхностного слоя определяются по 8.4.2.1 – 8.4.2.3.

**8.4.2.1** Предельный износ $И_{пред}$, мм, зубьев шестерни по толщине должен быть не более 10 %–20 % от модуля $m$, т. е.

$$И_{пред} = (0{,}1...0{,}2)m. \quad (21)$$

**8.4.2.2** Допустимый износ $И_{доп}$, мм, зуба по толщине определяется по формуле

$$И_{доп} = Cm, \quad (22)$$

где $C$ — коэффициент, зависящий от условий работы зубчатой передачи и значения модуля.

Значения коэффициента $C$ приведены в таблице 10.

**Таблица 10 — Значения коэффициента *C***

| Наименование передачи | Условия работы передачи | Коэффициент $C$ | Модуль $m$, мм |
|---|---|---|---|
| Редуктор с масляной ванной | Передача нагрузки в обоих направлениях, а также высокооборотные шестерни (более 3000 об/мин) | 0,04<br>0,03 | От 2 до 4 включ.<br>св. 4 |
| | Передача нагрузки в одном направлении | 0,05<br>0,04 | От 2 до 4 включ.<br>св. 4 |
| Открытые зубчатые передачи | Передача нагрузки в обоих направлениях | 0,10<br>0,09<br>0,08 | От 1 до 2,5 включ.<br>св. 2,5 “ 5 “<br>“ 5 |

**8.4.2.3** Допустимая толщина зуба $В_{доп}$, мм, определяется по формуле

$$В_{доп} = В_{черт} – И_{доп}, \quad (23)$$

где $В_{черт}$ — наименьшая толщина зуба (или шаговый размер) по рабочему чертежу, мм.

**8.4.3** Допустимые износы и размеры зубьев по толщине в конических шестернях определяются по 8.4.3.1 – 8.4.3.2.

**8.4.3.1** Допустимый износ зуба $И_{доп}$, мм, (таблица 11) по толщине в конических шестернях определяется по формуле

$$И_{доп} = 0{,}025(m_t + 1), \quad (24)$$

где $m_t$ — наибольший торцовый модуль по рабочему чертежу, мм.

**Таблица 11 — Допустимый износ зуба**

В миллиметрах

| Наибольший торцовый модуль по рабочему чертежу $m_t$ | Допустимый износ зуба $И_{доп}$ | Наибольший торцовый модуль по рабочему чертежу $m_t$ | Допустимый износ зуба $И_{доп}$ |
|---|---|---|---|
| 2 | 0,08 | 4,5 | 0,14 |
| 2,25 | 0,08 | 5,0 | 0,15 |
| 2,5 | 0,09 | 5,5 | 0,16 |
| 2,75 | 0,09 | 6,0 | 0,18 |
| 2,8 | 0,10 | 6,5 | 0,19 |
| 3,0 | 0,10 | 7,0 | 0,20 |
| 3,25 | 0,10 | 7,5 | 0,21 |
| 3,5 | 0,11 | 8,0 | 0,23 |
| 3,75 | 0,12 | 8,5 | 0,24 |
| 4,0 | 0,13 | 9,0 | 0,25 |
| 4,25 | 0,13 | 10,0 | 0,28 |

**8.4.3.2** Допустимая толщина зуба шестерни $В'_{доп.к}$, мм, определяется по формуле

$$В'_{доп.к} = b_{наим} - И_{доп}, \quad (25)$$

где $b_{наим}$ — наименьшая толщина зуба по среднему модулю, мм.

Величина $b_{наим}$ определяется геометрически в зависимости от толщины зуба по наибольшему модулю, заданному рабочим чертежом.

На рисунке 2 приведена схема к определению толщины зуба и высоты замера толщины зуба для конической шестерни с размерами: модуль — 10 мм; толщина зуба по наибольшему модулю — $13{,}74_{-0{,}18}$ мм.

Для нахождения середины зуба, при замере штангензубомером, на среднем модуле, целесообразно на каждую коническую шестерню иметь шаблон.

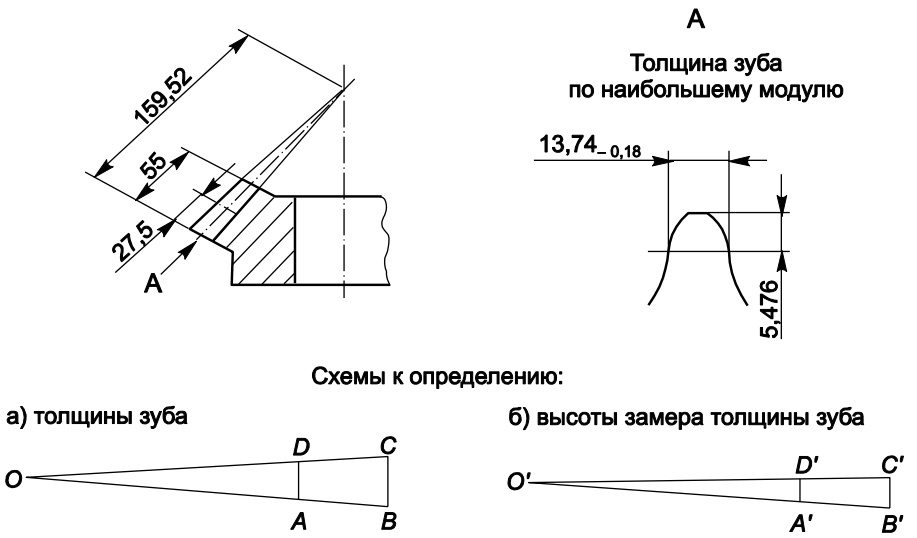



**Рисунок 2**

### 8.5 Червячные передачи

**8.5.1** При определении допустимых износов и размеров зубьев в червячных парах критерием выхода из строя червячных передач считается потеря прочности в связи с уменьшением профиля зуба.

**8.5.2** Допустимый износ зубьев червячного колеса $И_{доп.к}$, мм, и допустимый износ витков червяка $И_{доп.ч}$, мм, определяются по формулам:

— для $m$, мм до 3,5 $И_{доп.к.} = И_{доп.ч} = (0{,}11…0{,}085)m$, (26)

— то же от 3,5 “ 5 $И_{доп.к} = И_{доп.ч} = (0{,}08…0{,}07)m$, (27)

— “ “ 5 “ 10 включ. $И_{доп.к} = И_{доп.ч} = (0{,}065…0{,}045)m$, (28)

— “ св. 10 $И_{доп.к} = И_{доп.ч} = (0{,}04…0{,}03)m$, (29)

где $m$ — модуль, мм.

Значения $И_{доп.к}$ и $И_{доп.ч}$ принимаются по таблице 12.

**Таблица 12 — Допустимый износ**

В миллиметрах

| $m$ | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $И_{доп.ч}$, $И_{доп.к}$ | 0,20 | 0,24 | 0,27 | 0,30 | 0,32 | 0,33 | 0,35 | 0,36 |

**Окончание таблицы 12**

| $m$ | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $И_{доп.ч}$, $И_{доп.к}$ | 0,37 | 0,39 | 0,40 | 0,42 | 0,45 | 0,46 | 0,47 |

В таблице 12 принято, что $И_{доп.к} = И_{доп.ч}$, однако для случаев, когда червячное колесо значительно больше по стоимости, чем червяк, допускается $И_{доп.к}$ назначать больше, чем $И_{доп.ч}$, но при этом следует соблюдать равенство

$$И_{доп.к} + И_{доп.ч} = 2И_{доп.к} = 2И_{доп.ч}. \quad (30)$$

**8.5.3** Допустимая толщина зуба червячного колеса $В_{доп.к}$, мм, и допустимая толщина витка червяка $В_{доп.ч}$, мм, определяются по формулам:

$$В_{доп.к} = В_{ном.к} – И_{доп.к}, \quad (31)$$

$$В_{доп.ч} = В_{ном.ч} – И_{доп.ч}, \quad (32)$$

где $В_{ном.к}$ — номинальная толщина зуба червячного колеса, мм;
$В_{ном.ч}$ — номинальная толщина витка червяка, мм.

**8.6 Цепные передачи**

**8.6.1** Основным дефектом деталей цепных передач является увеличение среднего шага втулочно-роликовой цепи и износ зубьев звездочек по толщине. Возникают и такие дефекты как разрушение роликов и втулок цепи, трещины пластин звеньев цепи, ослабление посадки валиков и втулок в отверстиях пластин звеньев цепи. Последние дефекты устанавливаются визуально и являются выбраковочными признаками для втулочно-роликовой цепи.

**8.6.2** Допустимая длина (вытянутость) цепи $l_{доп}$, мм, в силовых передачах определяется по формулам:

$$l_{доп} = 1{,}02l \quad (\text{при наибольшей звездочке с числом зубьев } z \le 50) \quad (33)$$

или $$l_{доп} = l + \frac{l}{z} \quad (\text{при наибольшей звездочке с числом зубьев } z > 50), \quad (34)$$

где $l$ — длина цепи по нормативному шагу и количеству звеньев, мм.

Измерение длины цепи производится под нагрузкой. Так для цепи с шагом 12,7 мм нагрузка должна составлять 150 Н, с шагом 15,875 мм — 200 Н, с шагом 19,05 мм — 250 Н, с шагом 25,4 мм — 300 Н.

При длине цепи более допустимой цепь выбраковывают, при длине менее допустимой — укорачивают на одно-два звена до заданной длины.

В механизмах, где изменение количества звеньев недопустимо, увеличение общей длины цепи ограничивается возможностями натяжного устройства.

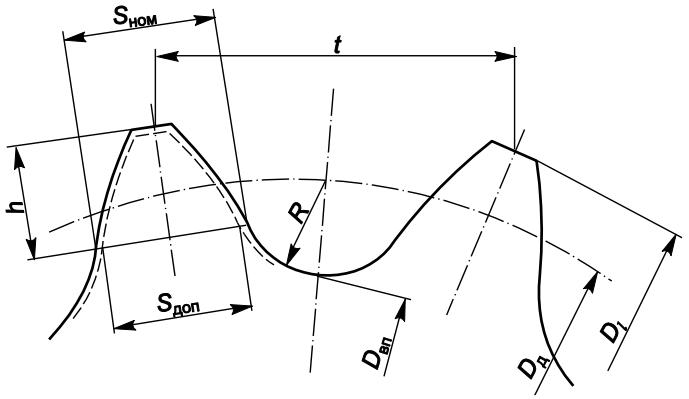
**8.6.3** Наиболее интенсивный износ зуба звездочки происходит в его нижней части — в «корне» зуба.

Из анализа износов зубьев принято допустимую толщину зуба $S_{доп}$, мм, определять по формуле

$$S_{доп} = 0{,}86S_{ном}, \quad (35)$$

где $S_{ном}$ — номинальная толщина зуба звездочки, мм.

Геометрические параметры профиля зубьев звездочки показаны на рисунке 3.




$D_l$ — диаметр окружности выступов; $D_д$ — диаметр делительной окружности;
$D_{вп}$ — диаметр окружности впадин; $t$ — шаг; $R$ — радиус впадины зуба;
$S_{ном}$ — номинальная толщина зуба звездочки; $h$ — высота замера толщины зуба ($S_{ном}$ и $S_{доп}$)

**Рисунок 3 — Геометрические параметры профиля зубьев звездочки**

Расчет номинальной толщины зуба звездочки $S_{ном}$, мм, производится по формуле

$$S_{ном} = t - \frac{2R}{\cos\frac{\alpha}{2}}, \qquad (36)$$

где $\alpha = \frac{180^\circ}{z}$,

здесь $z$ — количество зубьев звездочки.

Высота замера толщины зуба $h$, мм, определяется по формуле

$$h = \frac{D_l - D_д}{2} + R(1 - \cos\alpha). \qquad (37)$$

Значения cos $\alpha$ и cos (0,5$\alpha$), в зависимости от числа зубьев звездочки, приведены в таблице 13.

**Таблица 13 — Значения cos $\alpha$ и cos (0,5$\alpha$)**

| Число зубьев звездочки $z$ | 11 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| cos $\alpha$ | 0,959 | 0,978 | 0,988 | 0,992 | 0,995 | 0,996 | 0,997 | 0,998 | 0,998 |
| cos (0,5$\alpha$) | 0,990 | 0,995 | 0,997 | 0,998 | 0,997 | 0,999 | 0,999 | 0,999 | 0,999 |

### 8.7 Подшипники качения

**8.7.1** При контроле подшипников качения не допускаются:

— радиальный и осевой люфты (зазоры) более допустимых (таблица 14);

— трещины или обломы деталей подшипников;

— выкрашивание или шелушение усталостного характера беговых дорожек и колец, шариков и роликов;

— раковины или чешуйчатые отслоения коррозионного характера на деталях подшипников;

— цвета побежалости на беговых дорожках колец, шариках и роликах;

— выбоины, риски, царапины, лунки на беговых дорожках колец, заметные невооруженным глазом;

— отрыв головок заклепок сепараторов, ослабление заклепок;

— вмятины на сепараторе, затрудняющие вращение шариков или роликов;

— поломка сепараторов.

**8.7.2** При контроле подшипников качения допускаются:

— незначительные царапины и риски на посадочных поверхностях колец подшипников, различимые через лупу;

— матовая поверхность беговых дорожек колец, шариков и роликов;

— забоины или вмятины на сепараторах, не затрудняющие движение шариков или роликов;

— темные пятна коррозионного происхождения на деталях подшипников, площадью не более 1,5 мм$^2$.

**8.7.3** Перед проверкой на легкость вращения подшипник следует промыть.

При проверке необходимо вращать наружное кольцо в горизонтальной плоскости при неподвижном внутреннем кольце. При этом наружное кольцо должно легко вращаться, без признаков торможения, заедания и толчков.

**8.7.4** Для проверки осевого люфта наружное кольцо подшипника помещается на двух подставках горизонтально. На внутреннее кольцо укладывается пластина, на которую устанавливается ножка индикатора. При отжатии внутреннего кольца (при этом его следует поворачивать) показание индикатора зафиксирует величину осевого люфта.

**8.7.5** Для проверки радиального люфта подшипник укрепляется внутренним кольцом на цапфу приспособления в вертикальном положении. К наружному кольцу сверху подводится ножка индикатора. При перемещении кольца вверх получим величину радиального люфта.

**8.7.6** Допустимые люфты (зазоры) подшипников качения приведены в таблице 14.

**Таблица 14 — Допустимые люфты подшипников качения**

| Условное обозначение подшипника | Допустимый люфт, мм | |
|---|---|---|
| | радиальный | осевой |
| **Подшипники шариковые радиальные однорядные** | | |
| 200 | 0,04 | 0,20 |
| 201; 202; 203 | 0,05 | 0,25 |
| 204; 205; 206 | 0,05 | 0,27 |
| 207 | 0,06 | 0,30 |
| 208 | 0,06 | 0,35 |
| 209; 210 | 0,07 | 0,35 |
| 211 | 0,05 | 0,30 |
| 212 | 0,07 | 0,40 |
| 213; 214; 215 | 0,08 | 0,40 |
| 216 | 0,08 | 0,30 |
| 217 | 0,08 | 0,45 |
| 218 | 0,08 | 0,30 |
| 219 | 0,08 | 0,40 |
| 220 | 0,10 | 0,50 |
| 221; 222; 224 | 0,10 | 0,55 |
| 226; 228 | 0,12 | 0,40 |
| 230 | 0,15 | 0,45 |
| 301; 302 | 0,05 | 0,25 |
| 303; 304 | 0,06 | 0,27 |
| 305; 306 | 0,06 | 0,30 |
| 307; 308 | 0,06 | 0,35 |
| 309 | 0,07 | 0,35 |
| 310; 311 | 0,08 | 0,40 |
| 312; 313; 314 | 0,08 | 0,45 |
| 315 | 0,08 | 0,47 |
| 316 | 0,08 | 0,40 |
| 317 | 0,12 | 0,55 |
| 318 | 0,10 | 0,55 |
| 319; 320 | 0,12 | 0,55 |
| 405 | 0,06 | 0,30 |
| 408; 409; 410 | 0,08 | 0,40 |
| 411 | 0,10 | 0,45 |
| 412 | 0,10 | 0,47 |
| 413 | 0,10 | 0,50 |
| 417 | 0,12 | 0,60 |

**Продолжение таблицы 14**

| Условное обозначение подшипника | Допустимый люфт, мм | |
|---|---|---|
| | радиальный | осевой |
| **Подшипники шариковые радиальные однорядные с защитными шайбами** | | |
| 60200 | 0,04 | 0,20 |
| 60202; 80202; 60203; 80203 | 0,05 | 0,25 |
| 60205; 80205 | 0,05 | 0,27 |
| 60208; 80208 | 0,06 | 0,35 |
| 60212; 80212 | 0,07 | 0,37 |
| 60214 | 0,08 | 0,40 |
| 80106; 80108 | 0,06 | 0,25 |
| 80201 | 0,05 | 0,18 |
| 80204 | 0,05 | 0,27 |
| **Подшипники шариковые радиальные сферические двухрядные** | | |
| 1201; 1202; 1203; 1204 | Не контролируется | 0,25 |
| 1205 | | 0,30 |
| 1207; 1208; 1209; 1210 | | 0,35 |
| 1212 | | 040 |
| 1308 | | 0,25 |
| 1412 | | 0,30 |
| 1507; 1605; 1610 | | 0,25 |
| **Подшипники роликовые радиальные с короткими цилиндрическими роликами** | | |
| 2212 | 0,10 | Не контролируется |
| 2214; 2216; 2217 | 0,12 | |
| 2220 | 0,20 | |
| 2222; 2224 | 0,15 | |
| 2226 | 0,20 | |
| 2306 | 0,10 | |
| 2309 | 0,12 | |
| 2310; 2311 | 0,10 | |
| 2312 | 0,15 | |
| 2313 | 0,18 | |
| 2316 | 0,12 | |
| 2317 | 0,20 | |
| 2318 | 0,12 | |
| 2322 | 0,20 | |
| 1204; 12307; 12309 | 0,10 | |

**Окончание таблицы 14**

| Условное обозначение подшипника | Допустимый люфт, мм | |
|---|---|---|
| | радиальный | осевой |
| 12318 | 0,12 | Не контролируется |
| 12320 | 0,20 | |
| 12609 | 0,10 | |
| 32124 | 0,15 | |
| 32130 | 0,18 | |
| 32208 | 0,08 | |
| 32210; 32310 | 0,10 | |
| 32314 | 0,12 | |
| 32613 | 0,18 | |
| 42204; 42205 | 0,05 | |
| 42206 | 0,08 | |
| 42207; 42212 | 0,10 | |
| 42216 | 0,15 | |
| 42217; 42219 | 0,20 | |
| 42305 | 0,10 | |
| 42306 | 0,07 | |
| 42307 | 0,08 | |
| 42312; 42412; 62310 | 0,10 | |
| 92218 | 0,12 | |
| 92220 | 0,08 | |
| 92305 | 0,07 | |
| 92312 | 0,12 | |
| 92412 | 0,15 | |
| 102305 | 0,08 | |
| **Подшипники роликовые радиальные сферические двухрядные** | | |
| 3516 | 0,12 | Не контролируется |
| 3518; 3520 | 0,15 | |
| 3522; 3526 | 0,18 | |
| 3608 | 0,08 | |
| 3610; 3611 | 0,10 | |
| 3612; 3614 | 0,12 | |
| 3616 | 0,15 | |

*Примечания*

1 Осевой люфт радиальных подшипников контролируется в том случае, если подшипник воспринимает осевую нагрузку.

2 Радиальный и осевой люфты радиально-упорных и упорных подшипников не контролируются.

### 8.8 Корпусные конструкции

**8.8.1** Дефектация корпуса и крышки редуктора, корпуса электромашины заключается в контроле посадочных отверстий под подшипники, наличия трещин, изломов, пробоин.

**8.8.2** Значения допустимых размеров отверстий под подшипники и допустимых зазоров в сопряжении отверстие-подшипник для подшипников классов точности 0 и 6 даны в таблице 15.

**8.8.3** Корпус (крышка) выбраковывается при наличии трещин любого размера и расположения, выходящих на плоскости разъема и посадочные места, а также резьбовые гнезда крепления крышек, поломки лап крепления редуктора или электромашины и фланцев плоскости разъема (затрагивающих крепежные отверстия).

**8.8.4** Трещины и пробоины в стенках корпуса (крышки) подлежат ремонту заваркой или заделкой (например, эпоксидными составами), если корпус (крышка) не может быть заменен. Аналогичные дефекты в крышках могут ремонтироваться заваркой или заделкой металлополимерными материалами.

**8.8.5** При невозможности восстановления сорванной резьбы под шпильку или болт, перенарезке подлежат все однотипные отверстия под резьбу следующего номинала (если увеличению не препятствует конструкция корпуса (крышки). При невозможности обеспечения предусмотренного конструкцией крепления корпус (крышка) выбраковывается.

**Таблица 15 — Допустимые размеры отверстий под подшипники**

| Номинальный размер, мм | | $\Delta_{наруж}$, мкм | Поле допуска | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | K7 | | | $J_S7$ | | | H7 | | | H8 | | | H9 | | |
| св. | до, включ. | | δ, мкм | $Д_{доп.отв}$, мм | α″, мкм | δ, мкм | $Д_{доп.отв}$, мм | α″, мкм | δ, мкм | $Д_{доп.отв}$, мм | α″, мкм | δ, мкм | $Д_{доп.отв}$, мм | α″, мкм | δ, мкм | $Д_{доп.отв}$, мм | α″, мкм |
| 30 | 50 | 0<br>–11 | +7<br>–18 | 50,012 | +23 | +12<br>–12 | 50,012 | +23 | +25<br>0 | 50,039 | +50 | +39<br>0 | 50,062 | +73 | +62<br>0 | 50,087 | +98 |
| 50 | 80 | 0<br>–13 | +9<br>–21 | 80,015 | +28 | +15<br>–15 | 80,015 | +28 | +30<br>0 | 80,046 | +59 | +46<br>0 | 80,074 | +87 | +74<br>0 | 80,104 | +117 |
| 80 | 120 | 0<br>–15 | +10<br>–25 | 120,017 | +32 | +17<br>–17 | 120,017 | +32 | +35<br>0 | 120,054 | +69 | +54<br>0 | 120,087 | +102 | +87<br>0 | 120,123 | +138 |
| 120 | 150 | 0<br>–18 | +12<br>–28 | 150,020 | +38 | +20<br>–20 | 150,020 | +38 | +40<br>0 | 150,063 | +81 | +63<br>0 | 150,100 | +118 | +100<br>0 | 150,143 | +161 |
| 150 | 180 | 0<br>–25 | +12<br>–28 | 180,020 | +45 | +20<br>–20 | 180,020 | +45 | +40<br>0 | 180,063 | +88 | +63<br>0 | 180,100 | +125 | +100<br>0 | 180,143 | +168 |
| 180 | 250 | 0<br>–30 | +13<br>–33 | 250,023 | +53 | +23<br>–23 | 250,023 | +53 | +46<br>0 | 250,072 | +102 | +72<br>0 | 250,115 | +145 | +115<br>0 | 250,165 | +195 |
| 250 | 315 | 0<br>–35 | +16<br>–36 | 315,026 | +61 | +26<br>–26 | 315 ,026 | +61 | +52<br>0 | 315,081 | +116 | +81<br>0 | 315,130 | +165 | +130<br>0 | 315,186 | +221 |
| 315 | 400 | 0<br>–40 | +17<br>–40 | 400,028 | +68 | +28<br>–28 | 400,028 | +68 | +57<br>0 | 400,089 | +129 | +89<br>0 | 400,140 | +140 | +140<br>0 | 400,202 | +242 |
| 400 | 500 | 0<br>–45 | +18<br>–45 | 500,031 | +76 | +31<br>–31 | 500,031 | +76 | +63<br>0 | 500,097 | +142 | +97<br>0 | 500,155 | +200 | +155<br>0 | 500,223 | +268 |

*Примечание* — Условные обозначения:

$\Delta_{наруж}$ — допустимые отклонения наружного диаметра подшипника, мкм;

δ — предельные отклонения диаметра отверстия корпуса, мкм;

$Д_{доп.отв}$ — допустимый размер отверстия корпуса, мм;

α″ — допустимый зазор (+) или натяг (–) в сопряжении отверстие-подшипник, мкм.

### 8.9 Тормоза

**8.9.1** Основными дефектами тормозов являются:

— износ тормозных накладок;

— трещины, риски, задиры, износ рабочей поверхности тормозного шкива;

— износ осей и пальцев;

— изломы, трещины, искривления, отклонения торцов от перпендикулярности, сближения отдельных витков пружин, уменьшение длины пружины в свободном состоянии.

**8.9.2** Предельно допустимые величины повреждений или дефекты деталей тормозов приведены в таблице 16.

**Таблица 16 — Предельно допустимые величины повреждений или дефекты деталей тормозов**

| Деталь тормоза | Наименование дефекта | Тип крана | Предельная величина |
|---|---|---|---|
| Тормозные шкивы | Уменьшение толщины стенки рабочей поверхности | Стреловые самоходные, башенные, мостовые и козловые | 25 % первоначальной толщины |
| | Радиальное биение рабочей поверхности | Стреловые самоходные | 0,15 мм |
| | | Башенные | $Д_ш$/1400 ($Д_ш$ — диаметр шкива) |
| | | Мостовые и козловые | 0,06 мм — при диаметре рабочей поверхности 100 мм<br>0,10 мм — при диаметре рабочей поверхности от 160 до 250 мм<br>0,15 мм — при диаметре рабочей поверхности от 300 до 400 мм |
| | Риски, задиры | Стреловые самоходные, башенные, мостовые и козловые | 2 мм |
| | Трещины и обломы поверхности | Стреловые самоходные, башенные, мостовые и козловые | Не допускаются |
| Тормозные накладки | Трещины и обломы, подходящие к отверстиям под заклепки | Стреловые самоходные, башенные, мостовые и козловые | Не допускаются |
| | Трещины | Башенные, мостовые и козловые | Не допускаются |
| | Износ по толщине | Стреловые самоходные | 1/3 толщины |
| | | Мостовые и козловые | Более 50 % первоначальной толщины |
| | Износ в средней части | Башенные | До появления заклепок |

**8.9.3** Допустимый диаметр шкива $Д_{доп.ш}$, мм, в результате износа поверхности трения определяется по формуле

$$Д_{доп.ш} = К_ш Д_{наим.ш}, \quad (38)$$

где $К_ш$ — допустимый коэффициент уменьшения диаметра шкива;

$Д_{наим.ш}$ — наименьший диаметр шкива по рабочему чертежу, мм.

Значения коэффициента $К_ш$ приведены в таблице 17.

При наличии следов неравномерного износа или коррозии поверхность шкива обрабатывается до устранения выработки или коррозии (но до размера не менее допустимого), при этом отклонение (биение) этой поверхности относительно оси шкива не должно превышать заданного по рабочему чертежу.

**Таблица 17 — Допустимый коэффициент уменьшения диаметра шкива**

| Диаметр шкива $Д_ш$, мм | Св. 100 до 300 включ. | Св. 300 до 400 включ. | Св. 400 до 500 включ. | Св. 500 до 700 включ. |
|---|---|---|---|---|
| $К_ш$ | 0,970–0,985 | 0,985–0,988 | 0,988–0,990 | 0,990–0,992 |
| *Примечание* — Промежуточные значения коэффициента $К_ш$ определяют методом интерполяции. | | | | |

**8.9.4** В целях выявления ослабленных заклепок все заклепочные соединения необходимо осмотреть и остучать молотком. Ослабленные заклепки подлежат замене.

**8.9.5** Допустимые износы осей, пальцев и отверстий устанавливаются в соответствии с требованиями 8.3.

**8.9.6** При дефектации цилиндрических винтовых пружин определяется их длина в свободном состоянии и устанавливаются усилия в заданных точках характеристики чертежа. Допустимая длина не должна отличаться от заданной более чем на ±3 % для пружин растяжения и сжатия, а допустимое усилие не должно отличаться более (менее) чем на 5 % от заданного в характеристике рабочего чертежа.

Пружины выбраковываются при обнаружении трещин, расслоения металла.

### 8.10 Муфты

**8.10.1** Детали зубчатых муфт, изготовленных по ГОСТ 5006, соединительных упругих втулочно-пальцевых муфт, изготовленных по ГОСТ 21424, дефектуются по допустимым износам, определяемым по 8.3 и 8.4.

**8.10.2** Требования к шпоночным пазам и шлицам должны соответствовать изложенным в 8.3.9 – 8.3.11.

**8.10.3** Полумуфты следует выбраковывать при наличии трещин и изломов, выходящих на рабочие и посадочные поверхности.

### 8.11 Барабаны и блоки

**8.11.1** Дефектами не стальных барабанов и блоков являются:

— износ посадочных отверстий и цапф;

— износ ручья (гребня канавки);

— образование отпечатков прядей каната на поверхности ручья;

— трещины;

— изломы.

Дефектами стальных блоков могут быть:

— износ ручья;

— образование отпечатков прядей каната на поверхности ручья;

— деформации реборд;

— трещины.

**8.11.2** Барабаны выбраковываются: при наличии трещин любых размеров, износе ручья барабана по профилю более 2 мм.

Срыв резьбы под болты зажима каната не допускается.

**8.11.3** Предельный износ ручья блока — до 40 % от первоначального радиуса ручья (0,21 диаметра каната). Изломы и деформации реборд и трещины в них не допускаются.

### 8.12 Кабины

Дефектами кабин являются:

— повреждения внешней и внутренней облицовки (вмятины, пробоины, коррозия);

— трещины в остеклении;

— старение уплотнений в виде трещин;

— перекосы каркаса, дверных и оконных проемов;

— дефекты резьбовых соединений;

— износ обивки сидения;

— неисправность дверных замков.

Облицовки, повреждения которых не устраняются правкой или установкой накладок, должны заменяться.

Остекление и его уплотнения, имеющие дефекты, должны быть заменены.

Изношенная обивка сидения (потертости, разрывы) подлежит ремонту или замене.

При не устранимых правкой перекосах каркаса кабины или его коррозии, превышающей более 10 % толщины сечения (стенки элемента), кабина должна быть заменена.

Неисправные замки подлежат замене.

### 8.13 Поворотные опоры

**8.13.1** Опора подлежит выбраковке при наличии трещин любого размера и расположения, обломе зуба венца, при задире образующей дорожки качения, не исправимом механической обработкой (зачисткой), а также при износе дорожек и тел качения (выражающемся в увеличении зазора между подвижной и неподвижной частями опоры при приложении момента), создающем перекос более 0,004, определенный по [6].

**8.13.2** В случае, если перекос опоры более 0,004, а элементы ОПУ находятся в работоспособном состоянии, при ремонте можно уменьшить толщину прокладок (при их наличии) между полуобоймами. При этом необходимо следить, чтобы прокладка по всей длине имела одинаковую толщину.

**8.13.3** При контроле состояния роликов (шариков) необходимо производить работы с учетом требований 6.11.

**8.13.4** При выбраковке хотя бы одного ролика (шарика) необходимо заменить все ролики (шарики), входящие в комплект опоры. Замена отдельных роликов (шариков) не допускается.

### 8.14 Ходовые колеса

Предельные нормы браковки ходовых колес приведены в таблице 18.

**Таблица 18 — Предельные нормы браковки ходовых колес**

| Неисправность, вид повреждения, дефект | Кран | |
|---|---|---|
| | мостовой, козловой | башенный |
| Трещины любых размеров | Замена | Замена |
| Выработка поверхности реборды на высоте *h*/2 | Более 50 % от их первоначальной толщины | Оставшаяся толщина не менее 15 мм |
| Выработка поверхности катания, уменьшающая первоначальный диаметр колеса | Более 2 % (или 0,5 % — для кранов с центральным приводом) | Более 4 % |
| Разница диаметров колес, связанных между собой кинематически | Более 0,5 %* | |
| * Для механизмов с центральным приводом. | | |

### 8.15 Крюковые подвески

**8.15.1** Требования к крюку — по ГОСТ 2105, ГОСТ 6619, [4] и [6].

Предельный износ зева крюка — 10 % от первоначальной высоты вертикального сечения крюка.

В соответствии с ГОСТ 2105 применение сварки при изготовлении заготовок крюков, а также заделка и заварка дефектов крюка не допускаются.

**8.15.2** При наличии остаточных деформаций (отгиб крюка), трещин, любых дефектов резьбы хвостовика крюк выбраковывается.

**8.15.3** Допустимые износы цапф траверсы и посадочных отверстий в щеках крюковой подвески, осей блоков устанавливаются методами, изложенными в 8.3, в соответствии с посадками сопрягаемых деталей.

При превышении допустимых износов детали выбраковываются.

**8.16 Канаты**

Браковка канатов должна производиться в соответствии с руководством по эксплуатации крана. При отсутствии в руководстве по эксплуатации соответствующего раздела браковка производится в соответствии с нормами браковки канатов грузоподъемных кранов, изложенными в [1].

**8.17 Резьбовые соединения**

**8.17.1** Резьбовые детали должны подвергаться контролю для выявления следующих дефектов:
— трещин;
— смятия граней и ребер головок болтов (гаек);
— деформаций и местной выработки стержня болта, шпильки;
— срыва резьбы (витков);
— износа резьбы.

**8.17.2** Предельный износ резьбы — срыв более двух витков, если другой критерий не установлен в технических условиях на ремонт изделия конкретного наименования.

**8.17.3** Основным параметром для определения допустимого износа резьбы является средний диаметр резьбы, допустимый средний диаметр метрических резьб принимается по таблице 19.

**Таблица 19 — Допустимый средний диаметр метрических резьб**

В миллиметрах

| Обозначение резьбы по рабочему чертежу | Обозначение резьбы, соответствующее допустимому среднему диаметру | Допустимый средний диаметр резьбы | |
|---|---|---|---|
| | | Гайка | Болт |
| **Крупная метрическая резьба** | | | |
| M24-6g(6H) | M24-8g(7H) | 22,39 | 21,69 |
| M24-8g(7H) | M24-P | 22,56 | 21,56 |
| M27-6g(6H) | M27-8g(7H) | 25,39 | 24,69 |
| M27-8g(7H) | M27-P | 25,56 | 24,56 |
| M30-6g(6H) | M30-8g(7H) | 28,08 | 27,34 |
| M30-8g(7H) | M30-P | 28,26 | 27,21 |
| M33-6g(6H) | M33-8g(7H) | 31,08 | 30,34 |
| M33-8g(7H) | M33-P | 31,26 | 30,21 |
| M36-6g(6H) | M36-8g(7H) | 33,78 | 32,99 |
| M36-8g(7H) | M36-P | 33,97 | 32,85 |
| M39-6g(6H) | M39-8g(7H) | 36,78 | 35,99 |
| M39-8g(7H) | M39-P | 36,97 | 35,85 |
| M42-6g(6H) | M42-8g(7H) | 39,48 | 38,64 |
| M42-8g(7H) | M42-P | 39,68 | 38,49 |
| M45-6g(6H) | M45-8g(7H) | 42,48 | 41,64 |
| M45-8g(7H) | M45-P | 42,68 | 41,49 |
| M48-6g(6H) | M48-8g(7H) | 45,18 | 44,28 |
| **Мелкая метрическая резьба** | | | |
| M24×2-4h(4H5H) | M24×2-6g(6H) | 22,93 | 22,49 |
| M24×2-6g(6H) | M24×2-8g(7H) | 22,98 | 22,40 |
| M24×2-8g(7H) | M24×2-P | 23,12 | 22,29 |

**Окончание таблицы 19**

| Обозначение резьбы по рабочему чертежу | Обозначение резьбы, соответствующее допустимому среднему диаметру | Допустимый средний диаметр резьбы | |
|---|---|---|---|
| | | Гайка | Болт |
| M24×1,5-4h(4H5H) | M24×1,5-6g(6H) | 23,23 | 22,84 |
| M24×1,5-6g(6H) | M24×1,5-8g(7H) | 23,28 | 22,76 |
| M24×1,5-8g(7H) | M24×1,5-P | 23,40 | 22,66 |
| M27×2-4h(4H5H) | M27×2-6g(6H) | 25,93 | 25,49 |
| M27×2-6g(6H) | M27×2-8g(7H) | 25,98 | 25,40 |
| M27×1,5-4h(4H5H) | M27×1,5-6g(6H) | 26,23 | 25,84 |
| M27×1,5-6g(6H) | M27×1,5-8g(7H) | 26,28 | 25,76 |
| M27×1,5-8g(7H) | M27×1,5-P | 26,40 | 25,66 |
| M30×3-4h(4H5H) | M30×3-6g(6H) | 28,32 | 27,80 |
| M30×3-6g(6H) | M30×3-8g(7H) | 28,39 | 27,69 |
| M30×3-8g(7H) | M30×3-P | 28,56 | 27,56 |
| M30×2-4h(4H5H) | M30×2-6g(6H) | 28,93 | 28,49 |
| M30×2-6g(6H) | M30×2-8g(7H) | 28,98 | 28,40 |
| M30×2-8g(7H) | M30×2-P | 29,12 | 28,29 |
| M30×1,5-4h(4H5H) | M30×1,5-6g(6H) | 29,23 | 28,84 |
| M30×1,5-6g(6H) | M30×1,5-8g(7H) | 29,28 | 28,76 |
| M30×1,5-8g(7H) | M30×1,5-P | 29,40 | 28,66 |
| M33×3-4h(4H5H) | M33×3-6g(6H) | 31,32 | 30,80 |
| M33×3-6g(6H) | M33×3-8g(7H) | 31,39 | 30,69 |
| M33×3-8g(7H) | M33×3-P | 31,56 | 30,56 |
| M33×2-4h(4H5H) | M33×2-6g(6H) | 31,93 | 31,49 |
| *Примечание* — В скобках указаны поля допусков гаек. | | | |

**8.17.4** При ремонте резьбовых соединений, работающих на передачу усилий (стыки секций, крепление поворотной опоры и т. п.), допускается износ резьбы по среднему диаметру, соответствующий переводу резьбы в следующий, более низкий класс точности. Перед проверкой резьбы резьбовыми калибрами на износ по среднему диаметру их прогоняют нормальными метчиками (плашками).

**8.17.5** Гайки и головки болтов не должны иметь трещин, смятых и срубленных граней и ребер. Допускается износ граней не более 0,5 мм.

**8.17.6** Болты и шпильки с изогнутым стержнем и местной выработкой следует браковать. Плотную посадку шпилек необходимо проверять остукиванием. При дребезжащем звуке шпилька заменяется.

### 8.18 Электрооборудование, приборы и устройства безопасности

**8.18.1** Подготовка электрооборудования, приборов и устройств безопасности к ремонту начинается с их обследования согласно [6], в результате которого проверяется работоспособность и соответствие агрегатов, аппаратов управления, приборов и устройств безопасности их назначению и составляется ведомость дефектов. При производстве ремонта выполняется частичный или полный демонтаж электрооборудования.

**8.18.2 Электродвигатели**

Производится внешний осмотр электродвигателя, при котором устанавливается состояние выводных концов и клеммного щитка. Устанавливается целостность фаз, измеряется сопротивление изоляции обмоток относительно корпуса и между собой. Порядок проверки должен соответствовать нормативным требованиям (ГОСТ 183, сопроводительной документации организации-изготовителя, техническим условиям на ремонт данного изделия).

До разборки электродвигателя производятся его предремонтные испытания в режиме холостого хода (если состояние электродвигателя согласно дефектной ведомости позволяет это выполнить). При этом замеряются пофазно токи, проверяется работа коллектора, отсутствие недопустимых шумов, вибрации, нагрева подшипников.

Требования к установлению допустимых износов посадочных поверхностей вала, подшипников качения, шпоночных соединений и резьбы, деформаций, трещин и сколов изложены в соответствующих разделах настоящего технического кодекса.

Дефектами коллектора являются: обгорание поверхности, биение, вспучивание отдельных пластин, появление изоляции над пластинами, замыкание между пластинами, замыкание на корпус, поломка и распайка петушков. При диаметре до 250 мм биение коллектора не должно превышать 0,02 мм, при диаметре от 300 до 600 мм — 0,03–0,04 мм.

Контактные кольца выбраковываются при пробое изоляции на корпус, а также при износе по толщине более 20 %.

Сердечники статора и ротора подлежат ремонту при ослаблении запрессовки, распушении зубцов, выгорании участков, деформации стали. Щетки выбраковываются при износе по длине более 40 %.

Обмотки электродвигателей подлежат ремонту (замене) в случаях:

— замыкания на корпус с пробоем изоляции электромагнитной системы машины;

— нарушения контакта в местах пайки обмоток ротора (соединениях с коллектором, контактными кольцами или в соединительных проводах);

— соединения обмоток, не соответствующего требованиям [7], обрыва фазы обмотки статора, короткого виткового замыкания в обмотке, низкого сопротивления изоляции обмоток.

**8.18.3 Панели управления**

**8.18.3.1** Автоматические выключатели выбраковываются в случаях: провала главных контактов менее 0,5 мм, толщины металлокерамического (серебряного) слоя разрывных контактов менее 0,5 мм, опережения замыкания разрывных контактов относительно главных менее 1 мм и невозможности регулировки.

**8.18.3.2** Контакторы и магнитные пускатели подлежат ремонту (замене) при износе контактов, повреждении гибкой связи, повышенном шуме электромагнитной системы, повреждении корпуса и мест крепления, выходе из строя катушки, при провале менее 0,5 мм.

**8.18.3.3** Реле подлежат ремонту (замене) при замыкании на корпус обмотки катушки, обрыве или витковом замыкании обмотки, люфте якоря на призме, повышенном или пониженном провале контактов, несоответствующей выдержке времени (реле времени).

**8.18.3.4** Пуско-регулирующие резисторы заменяются при следующих неисправностях: не поддающееся пайке повреждение проволочного моста (механическое или вследствие короткого замыкания или перегрузке), механическое повреждение изолятора, сопротивление изоляции после сушки не восстанавливается до нормального (10 МОм).

**8.18.3.5** Вводный рубильник подлежит ремонту (замене) в случаях перекоса при вхождении ножей в губки, неплотного прилегания губок к ножам, неравномерного выхода ножей (более 3 мм).

**8.18.4 Приборы и устройства безопасности, контрольно-измерительные приборы**

**8.18.4.1** Ограничитель грузоподъемности подлежит ремонту или замене, если в результате наладки он не обеспечивает отключения грузовой лебедки и/или механизма изменения вылета при перегрузке, установленной [1].

**8.18.4.2** Анемометр подлежит ремонту или замене при выявлении расхождений, превышающих допуски, указанные в паспорте прибора, при сопоставлении его показаний с показаниями контрольного анемометра.

Максимальная погрешность измерения мгновенной скорости ветра не должна превышать $1{,}0_{-0{,}05}$ м/с, порог чувствительности датчика по скорости — не выше $1{,}5_{-0{,}5}$ м/с.

**8.18.5** Концевые выключатели и микропереключатели подлежат замене: при трещинах или изломах корпуса, износе толкателя или ролика, износе контактов, приводящем к отсутствию замыкания

(размыкания) электрической цепи при нажатии, при отсутствии самовозврата подвижных частей вследствие заедания или поломки.

**8.18.6** Элементы электрооборудования подлежат замене или ремонту, если не обеспечивается их назначение, установленное эксплуатационными документами.

**8.18.7** Кабели (проводка) подлежат замене при неустранимых повреждениях внешней оболочки, повреждениях изоляции между жилами, наличии обрывов одной, двух и более жил, при сопротивлении изоляции между жилами менее 0,5 МОм.

**8.18.8** Приборы и устройства безопасности подлежат ремонту (или замене), если они не отвечают требованиям действующих ТНПА.

## 9 Ремонт

### 9.1 Общие требования

**9.1.1** Кран и его составные части, подлежащие ремонту, должны быть отремонтированы в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса по технологии производителя ремонта.

**9.1.2** Производитель ремонта должен принимать решения по методам устранения дефектов составных частей в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса и(или) требованиями технических условий на капитальный ремонт конкретного изделия, ГОСТ 2.602 и при проведении полнокомплектного ремонта в соответствии с указаниями ППРР.

Технические условия должны разрабатываться в соответствии с требованиями ТКП 1.3, ГОСТ 2.114 и ГОСТ 2.105.

**9.1.3** При подготовке ремонтного производства к проведению ремонта конкретного изделия (крана) производитель ремонта должен приобрести или разработать для ремонта этого изделия комплект рабочей конструкторской документации в объеме, достаточном для проведения ремонта и изготовления деталей, сборки составных частей, регулировки, наладки и испытаний как отдельных механизмов, так и изделия в целом.

При ремонте с изменением конструкции крана или отдельных его узлов разработку документов для ремонта должна производить организация, имеющая лицензию на проектирование кранов данного типа.

**9.1.4** При отсутствии технических условий на ремонт конкретного изделия и конструкторской документации производитель ремонта должен разработать технические требования на дефектацию и ремонт составных частей согласно требованиям, изложенным в настоящем техническом кодексе, подготовить технологическую документацию, используя эксплуатационные документы и эскизы, выполненные с деталей подлежащего ремонту изделия. При этом требования к размерам, допускам, шероховатости, термообработке и другим показателям качества должны быть не ниже предъявляемых технических условий на изделие и ТНПА. Например:

а) допуски формы и расположения поверхностей детали — по ГОСТ 24642 и ГОСТ 30893.2;

б) шероховатость поверхностей — по ГОСТ 2789;

в) термообработка изготовляемой детали должна обеспечить твердость в соответствии с рабочими чертежами, а при их отсутствии — замеренную у заменяемой детали и указываемую в ремонтном чертеже;

г) степени точности передач должны приниматься для:

— цилиндрических передач — по ГОСТ 1643;

— конических передач — по ГОСТ 1758 и ГОСТ 3675;

— червячных передач — по ГОСТ 3675 и ГОСТ 16502.

**9.1.5** Детали, подлежащие ремонту, должны быть восстановлены до указанных в ремонтных чертежах параметров (размеров, отклонений, твердости и шероховатости).

**9.1.6** При изготовлении деталей механизмов и металлоконструкций производитель ремонта должен обеспечить выполнение требований к металлам и присадочным материалам, установленных [4] и техническими условиями на изготовление изделия.

При отсутствии данных по материалам деталей и составных частей крана производитель ремонта должен установить химический состав и механические свойства материала по образцу, подлежащему ремонту. При невозможности идентификации материала собственными силами следует запросить предприятие-изготовитель или специализированную лабораторию.

**9.1.7** Производителю ремонта следует использовать способы восстановления составных частей механизмов, изложенные в приложении Ж.

**9.1.8** Отремонтированные краны должны соответствовать требованиям [1], конструкторской документации (ремонтной, рабочей) на ремонтируемые элементы и настоящего технического кодекса.

### 9.2 Требования к производству полнокомплектного ремонта крана на месте эксплуатации

**9.2.1** Для производства полнокомплектного ремонта крана на месте эксплуатации помимо документации, требующейся для ремонта, необходим ППРР, разработанный специализированной организацией.

**9.2.2** ППРР должен включать:

— решения по снятию нагрузок и усилий (в том числе от собственного веса) с подлежащих ремонту или замене элементов металлоконструкций и фиксации их от внешних воздействий;

— порядок разборки и очистки составных частей;

— ремонтные чертежи по ГОСТ 2.604;

— перечень работ по обустройству ремонтной зоны (устройство настилов, ограждений, навесов, защитных устройств) от ветра и осадков;

— решения по выполнению сварочных работ при отрицательных температурах;

— указания о необходимости применения стандартизованных или разработки нестандартизованных средств технологического оснащения ремонта (подставки, опоры, упоры, траверсы, винтовые приспособления и т. д.);

— указания о необходимости и последовательности применения грузоподъемных средств для демонтажа и монтажа элементов заменяемых металлоконструкций, канатно-блочных систем, механизмов и агрегатов;

— перечень технологических процессов ремонта (замены) элементов металлоконструкций в соответствии с настоящим техническим кодексом;

— указания по контролю качества работ;

— мероприятия по безопасному производству работ;

— сведения о жесткой или мягкой таре для сбора отходов, влияющих на экологию (при необходимости).

### 9.3 Металлоконструкции

#### 9.3.1 Общие требования

**9.3.1.1** Ремонт металлоконструкций должен выполняться с учетом требований настоящего технического кодекса, [4], технических условий на ремонт конкретных типов кранов.

**9.3.1.2** Элементы металлоконструкций, отклонения которых от прямолинейности превышают допустимые, подлежат:

— замене — при величине отклонения более удвоенного значения допустимого отклонения;

— ремонту безударным методом — при величине отклонения менее или равном удвоенного значения допустимого отклонения.

**9.3.1.3** Сварку крановых металлоконструкций необходимо производить по технологическому процессу, разработанному с учетом требований [1], настоящего технического кодекса, [4], [5], а также специфики свариваемого изделия, используемого оборудования и оснастки. Технология сварки должна быть квалифицирована по [3].

При разработке технологического процесса сварки необходимо учитывать класс сварного соединения, который устанавливается разработчиком рабочего (ремонтного) чертежа по СТБ 1016.

**9.3.1.4** В технологическом процессе необходимо устанавливать последовательность и способы сварки, порядок наложения швов и режимы сварки, диаметры и марки электродов и сварочной проволоки, требования к другим сварочным материалам и пр. Соблюдение технологического процесса сварки должно систематически контролироваться мастером и инженером по сварке, аттестованными по СТБ 1063 и СТБ 1355.

**9.3.1.5** Сварка металлоконструкций должна производиться в помещениях.

Сварка металлоконструкций на открытом воздухе может производиться при условии обеспечения защиты зоны сварки от атмосферных осадков и ветра, в условиях отрицательных температур должны быть учтены требования 9.3.6.

При замене (ремонте) элемента непосредственно на смонтированном кране должны быть предусмотрены меры безопасности для лиц, работающих на кране, в том числе и по разгрузке и фиксации ремонтируемых узлов.

#### 9.3.2 Устранение трещин

##### 9.3.2.1 Устранение трещин по основному металлу

Устранять трещины по основному металлу в элементах металлоконструкций из углеродистых и низколегированных сталей необходимо в следующей последовательности:

— очистить зону расположения трещины, установить ее начало и конец;

— разметить и накернить разгрузочные отверстия за пределами трещины на расстоянии $S$ (от начала и конца трещины), равном не менее толщины элемента $\delta_м$ плюс $\frac{D}{2}$ (где $D$ — диаметр разгрузочного отверстия, равный 4–8 мм). Для облегчения разделки трещины целесообразно принимать

$$S = 2\delta_м + \frac{D}{2}; \quad (39)$$

— просверлить напроход разгрузочные отверстия;

— разделать трещину по 9.3.2.2, плавно закончить разделку в начале и конце за пределами трещины, но не доходя до разгрузочных отверстий. Это необходимо для предотвращения образования кратеров при сварке;

— заварить трещину по 9.3.2.3;

— зачистить шов и околошовную зону, при необходимости — рассверлить разгрузочные отверстия сверлом на 1–2 мм более первоначального диаметра;

— заглушить разгрузочные отверстия, во избежание проникновения в них влаги, герметиком для металла, эпоксидной композицией и т. п.;

— зачистить плоскости заделанных отверстий.

**9.3.2.2 Разделка трещин**

Разделку трещины следует производить абразивным кругом, вырубкой или специальным инструментом:

— при односторонней заварке — У-образная разделка с углом 50°–60°;

— при двусторонней заварке (толщина элементов более 16 мм) — Х-образная разделка с углом 50°–60° с каждой стороны.

**9.3.2.3 Заварка трещин**

Заварка трещин должна выполняться электродами, обеспечивающими прочностные и пластические свойства не ниже, чем у основного металла (типы электродов следует принимать по [5]). Диаметр электродов при проварке корня шва — не более 3 мм.

**9.3.2.4 Устранение трещин в элементах металлоконструкций из высокопрочных сталей**

Засверловка, разделка и заварка трещин производится по 9.3.2.1 – 9.3.2.3 со следующими изменениями:

а) разделку трещины следует производить только механической обработкой (режущим или абразивным инструментом);

б) заварку трещины на элементах толщиной более 10 мм следует производить с предварительным подогревом до температуры от 523 К (250 °С) до 573 К (300 °С);

в) заварку следует производить по [5] электродами типа Э55, Э60 диаметром 3 мм — для корня шва и 4 мм — для основного шва.

**9.3.2.5 Заварка трещины, ограниченной краем детали**

При заварке трещины, ограниченной краем детали и одним засверленным разгрузочным отверстием, возбуждать дугу и заканчивать сварку следует на технологической выводной планке, приваренной к кромке детали в месте выхода трещины. Планка удаляется по окончании сварки.

Удалять планку при сварке углеродистых и низколегированных сталей допускается производить газовой резкой, при сварке высокопрочных сталей — только механическим способом. После удаления технологической планки торец шва должен быть зачищен абразивным инструментом до основного металла.

**9.3.2.6 Усиление заваренной трещины**

При необходимости заваренная трещина может быть усилена накладкой. Перед установкой накладки (усилительной детали) шов заваренной трещины должен быть зачищен заподлицо для обеспечения плотного прилегания накладки. Зазор между накладкой и основным металлом должен быть не более 0,2 мм (допускается местный зазор не более 0,5 мм).

Накладка должна привариваться продольными швами (вдоль усилия). Приварку накладки по периметру следует производить в том случае, если ее концы по длине имеют скосы под углом 30°–45°, а притупление концов выполнено радиусом не менее 20 мм.

Накладка, расположенная вдоль ремонтируемого элемента, должна превышать длину трещины не менее чем на пять толщин ремонтируемого элемента с каждой стороны. Ширина накладки должна быть не менее трех ее толщин с каждой стороны трещины. Толщина накладки должна составлять 0,6–1,0 толщины ремонтируемого элемента. При толщине накладки более 10 мм последняя должна иметь скосы под шов катетом не более 10 мм.

**9.3.2.7 Устранение продольных трещин в сварных швах**

При устранении трещин, проходящих вдоль сварных швов или их околошовной зоны, шов должен быть удален механическим способом на длину дефектного места плюс две толщины ремонтируемого элемента с каждой стороны. Допускается применение газовой резки специальными горелками

и плазменно-дуговой резки с последующей обработкой поверхностей абразивным инструментом для удаления следов резки. Трещины в швах не засверливаются.

Угол разделки кромок под заварку трещины должен составлять 50°–60°, разделка производится на всю глубину дефектного шва. При возможности исправления дефекта с двух сторон (при толщине элементов более 16 мм) разделку следует выполнять под Х-образный шов.

При заварке дефектного шва следует руководствоваться 9.3.2.5. При невозможности использования технологических планок, после заварки необходимо зачистить шов до полного удаления раковин и рыхлостей в кратере и создания плавных переходов к основному металлу и ранее наложенному шву.

Чистота поверхности после удаления дефектного шва или разделки трещин должна быть не ниже $\sqrt{Rz50}$ по ГОСТ 2789.

**9.3.3 Ремонт вмятин**

**9.3.3.1** Ремонт вмятин на плоских элементах металлоконструкций и кольцевых рамах глубиной 1,25–2,5 толщины ремонтируемого элемента должен выполняться с применением вставки — пластины толщиной, равной толщине элемента. Вставка укладывается во вмятину и обваривается. Конфигурация вставки должна соответствовать конфигурации вмятины. Ремонтируемый участок, по возможности, усиливается ребрами жесткости или накладками.

**9.3.3.2** Ремонт вмятин на трубчатых элементах должен производиться при глубине вмятины более (0,8…1,5)$\delta_т$ соответственно для поясов, раскосов и связей (где $\delta_т$ — толщина стенки трубы).

При глубине вмятины более 2,5 толщины стенки трубчатый элемент подлежит замене.

**9.3.3.3** При ремонте вмятин трубчатых поясов решетчатых металлоконструкций следует применять накладки. Толщина накладки должна быть не более 0,6–1,0 толщины стенки деформированного пояса. Радиус гибки накладки должен соответствовать наружному радиусу трубы пояса. Накладка приваривается продольными швами. Длина накладки должна быть больше протяженности вмятины на пять толщин ремонтируемой трубы с каждой стороны, а ширина — более трех толщин с каждой стороны, но не более половины диаметра трубы.

В случае, если на стороне трубы, противоположной вмятине, имеются следы деформации, то на ней устанавливается вторая аналогичная накладка.

**9.3.3.4** Накладка, при вмятинах на элементах решетчатой конструкции, может быть установлена в том случае, если край вмятины находится на расстоянии от центра узла примыкания раскосов (связей) к поясу (или от конца пояса) не менее 150–300 мм (последнее значение — для металлоконструкций, диаметр трубчатых элементов которых более 120 мм). При невозможности обеспечения этого требования накладка может быть удлинена за пределы узла на величину не менее размеров, указанных в 9.3.3.3.

**9.3.3.5** При невозможности обеспечения требований 9.3.3.2 – 9.3.3.4 в части установки двух накладок и распространения их за пределы узла дефектный пояс подлежит замене.

**9.3.4 Ремонт поясов**

**9.3.4.1** При необходимости удаления части пояса допускается производить не более одного ремонтного стыка на весь пояс. При необходимости выполнения двух стыков следует получить разрешение изготовителя крана или головной организации по краностроению.

**9.3.4.2** При ремонте нескольких поясов одной металлоконструкции (секции) методом замены части пояса стыки заменяемых участков должны располагаться в разных межузловых пролетах.

**9.3.4.3** При замене части пояса для обеспечения провара корня стыкового шва и соосности соединяемых элементов следует применять технологическую подкладку, устанавливаемую без зазора. Толщина подкладки должна быть не менее 4 мм, ширина — 40–60 мм.

**9.3.5 Порядок наложения сварных швов**

Наложение сварных швов следует производить способами, исключающими деформации сварного узла или конструкции.

**9.3.6 Дополнительные требования к сварке при отрицательных температурах**

**9.3.6.1** Ручная и полуавтоматическая сварка стальных металлоконструкций может производиться без их подогрева при температуре воздуха не ниже указанной в таблице 20.

Сварку при отрицательной температуре без подогрева следует выполнять теми же электродами и сварочной проволокой, что и при положительной температуре.

**Таблица 20 — Температура окружающего воздуха, °С, при сварке металлоконструкций кранов при отрицательных температурах**

| Толщина стали, мм | Температура воздуха, °С, | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Углеродистая сталь | | Низколегированная сталь | |
| | Типы конструкции | | | |
| | решетчатые | листовые объемные и сплошностенчатые | решетчатые | листовые объемные и сплошностенчатые |
| До 16 включ. | –20 | –20 | –20 | –20 |
| Св. 16 “ 30 “ | –15 | –15 | –10 | 0 |
| “ 30 “ 40 “ | –10 | –10 | 0 | 5 |
| “ 40 | 0 | 0 | 5 | 10 |

*Примечание* — Ручную и полуавтоматическую сварку при температуре выше 253 К (минус 20 °С), но ниже указанной в таблице следует производить с подогревом стали от 373 К (100 °С) до 423 К (150 °С), в зоне выполнения сварки на ширину не менее 100 мм с каждой стороны сварного шва. Подогрев производится также в случаях, указанных в 9.3.6.2 – 9.3.6.5.

**9.3.6.2** При температуре окружающего воздуха ниже 268 К (минус 5 °С) все швы, выполняемые всеми видами сварки, заваривают от начала до конца без перерыва, в последовательности, предусмотренной технологическим процессом сварки.

Перерыв допускается лишь для смены электрода или сварочной проволоки и зачистки шва в месте возобновления сварки.

В случае перерыва в работе сварку разрешается возобновлять после очистки концевого участка шва длиной не менее 50 мм и кратера от шлака. Кратер должен быть полностью перекрыт последующим швом.

Прекращать сварку до выполнения проектных размеров шва и оставлять незаваренными отдельные участки шва не допускается. В случае вынужденного прекращения сварки (из-за отсутствия тока, выхода из строя аппаратуры и т. п.) процесс следует возобновлять только после подогрева металла в соответствии с технологией сварки, разработанной для данной металлоконструкции.

**9.3.6.3** К сварке стыковых швов предъявляются следующие требования:

— при толщине металла более 16 мм и температуре окружающего воздуха ниже 258 К (минус 15 °С) сварка первых двух слоев выполняется с сопутствующим подогревом от 453 К (180 °С) до 473 К (200 °С);

— при несимметричных швах и толщине металла до 35 мм в первую очередь необходимо заваривать основную часть шва. При сварке соединений с подваркой последнюю рекомендуется выполнять после сварки основного шва. Если эти требования невыполнимы, то необходимо осторожно производить кантовку элемента;

— при сварке металла толщиной от 36 до 60 мм обязательной является кантовка для наложения подварочного слоя с противоположной стороны после сварки первых четырех-пяти слоев. Заварка шва полностью с одной стороны недопустима;

— сварку листов объемных металлоконструкций из стали толщиной более 20 мм следует выполнять каскадом или горкой, двусторонней сваркой секциями и другими равноценными методами;

— зачистку корня шва, если она предусматривается технологическим процессом, следует производить путем вырубки или шлифовки.

Вырубка металла зубилом может выполняться только после его подогрева от 373 К (100 °С) до 423 К (150 °С).

**9.3.6.4** К сварке тавровых и угловых швов предъявляются следующие требования:

— если сечение шва равно или более значений, приведенных в таблице 20, а коэффициент формы провара $\frac{b}{h}$ более 1,3 (рисунок 4), то сварка однослойных и многослойных швов без разделки кромок для всех марок сталей производится без подогрева основного металла;

— если сечение шва менее рекомендуемого таблицей 21 и коэффициент формы провара менее 1,3 и его нельзя изменить, то при сварке для всех марок сталей при температуре воздуха 258 К (минус 15 °С) и ниже необходим подогрев металла до температуры от 473 К (200 °С) до 493 К (220 °С);

— сварка многослойных швов с разделкой кромок производится при соблюдении условий, принятых для многослойных стыковых швов.

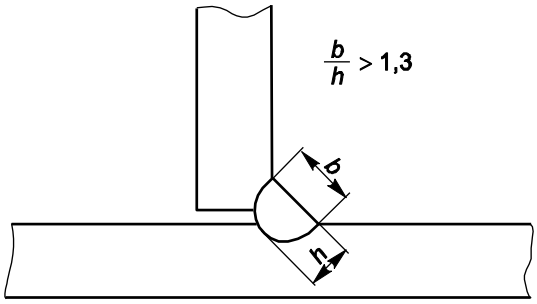



**Рисунок 4**

**Таблица 21**

| Максимальная толщина свариваемого элемента, мм | Минимальная площадь сечения шва, мм$^2$ | Минимальный катет, мм |
|---|---|---|
| 7–10 | 50 | 6 |
| 11–22 | 85 | 8 |
| 23–40 | 105 | 9 |
| 41 и более | 130 | 10 |

**9.3.6.5** Дефектные участки шва следует заваривать только после подогрева металла до температуры от 453 К (180 °С) до 473 К (200 °С).

**9.3.6.6** К рабочему месту сварщика сварочные материалы следует подавать непосредственно перед сваркой, в количестве, необходимом на период непрерывной работы сварщика в течение полусмены. Сварочную проволоку рекомендуется подавать на рабочее место непосредственно перед заправкой в аппарат.

Использование сварочных электродов, остывших до температуры 273 К (0 °С), допускается после их повторного прокаливания.

**9.3.6.7** Для всех способов сварки следует применять источники питания постоянного тока, обеспечивающие более высокую стабильность дуги. Применение переменного тока допускается в тех случаях, когда колебания сетевого напряжения не превышают ±5 %.

**9.3.6.8** Сварщик, впервые в данном сезоне приступающий к работе при температуре ниже 268 К (минус 5 °С), должен пройти шести-семичасовую практику. Практику проводят на специальных образцах или при сварке нерасчетных конструкций. После ее окончания сваривают контрольные образцы для механических испытаний.

Сварщик, сдавший испытания по сварке при данной температуре, допускается к сварке при любой более высокой температуре и при температуре на 283 К (10 °С) ниже той, при которой сваривались контрольные образцы.

При необходимости выполнения работы при более низкой температуре сварщик обязан вновь сварить образцы для механических испытаний. Повторная практика в этом случае не требуется.

**9.3.7 Специальные требования**

**9.3.7.1** Усиление с применением сварки под любой нагрузкой не допускается.

**9.3.7.2** При замене дефектных элементов металлоконструкции при помощи газовой резки неровности должны быть зачищены абразивным инструментом.

**9.3.7.3** Остаточные деформации элементов металлоконструкции, появившиеся после ремонта и превышающие допустимые по [4] отклонения, должны быть устранены безударным методом.

**9.3.7.4** Сварка и вырубка дефектного шва при отрицательной температуре должна выполняться с подогревом свариваемых элементов в зоне сварки (на длине до 300 мм) до температуры от 453 К (180 °С) до 473 К (200 °С). Температуру следует контролировать инструментально.

**9.4 Ремонт наплавкой**

**9.4.1** Поверхности деталей, подлежащие восстановлению методом наплавки, должны быть очищены от загрязнений, окалины, следов коррозии и обезжирены.

**9.4.2** Биение цилиндрической детали, подлежащей наплавке, не должно превышать 0,5 мм.

**9.4.3** Наплавка восстанавливаемой поверхности может производиться методами:

а) автоматической наплавки под слоем флюса (флюс АН-348А, АН-348АМ; проволока Св-08А, Св-08ГА, Нп-30);

б) полуавтоматической наплавки в среде углекислого газа (углекислота сварочная, проволока Св-08Г2С диаметром 1,6–2,0 мм);

в) ручной дуговой наплавки штучными электродами, применяемыми для сварки, или специальными электродами для наплавки.

**9.4.4** Наплавку поверхностей деталей с требованиями повышенной износостойкости рекомендуется выполнять проволоками Св-18ХГС, Нп-40Г, Нп-30ХГСА и др. с последующим медленным остыванием.

**9.4.5** При наплавке деталей из углеродистых и низколегированных сталей с содержанием углерода более 0,37 % процесс следует производить с предварительным нагревом поверхности до температуры от 523 К (250 °С) до 573 К (300 °С). По окончании наплавки следует обеспечить медленное остывание наплавленного металла (обкладка асбестом, остывание в сухом песке, в печи и т. п.).

**9.4.6** Производить наплавку поверхностей деталей при температуре ниже 278 К (5 °С) не допускается.

### 9.5 Требования к контролю качества сварных соединений и наплавленных поверхностей

**9.5.1** Качество сварных соединений должно удовлетворять требованиям надежности и условиям эксплуатации грузоподъемной машины, устанавливаемым стандартами и техническими условиями на изделие, [1], настоящим техническим кодексом, в том числе приложением К.

**9.5.2** Операционный контроль качества сварных соединений при ремонте крана должен осуществляться по технологическому процессу производителя ремонта в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса.

**9.5.3** При проверке качества сборки конструкции и сварки контролируются:

а) размеры конструкции и свариваемых деталей;

б) разделка кромок;

в) чистота кромок и поверхностей, подготовленных под сварку;

г) применяемые присадочные, наплавочные, сварочные и дефектоскопические материалы;

д) квалификация сварщиков;

е) режимы сварки и последовательность выполнения операций;

ж) очередность наложения швов;

к) допустимость дефектов, регламентированных настоящим техническим кодексом;

л) исправность и стабильность режимов работы сварочного оборудования, исправность приборов, приспособлений и принадлежностей;

м) температура окружающей среды и свариваемых элементов;

н) наличие и соответствие требованиям [1] клейм сварщиков на выполненных швах (сварных соединениях).

**9.5.4** При сборке деталей под сварку и выполнении сварных швов необходимо соблюдать требования СТБ 1016, ГОСТ 5264, ГОСТ 8713, ГОСТ 11534, ГОСТ 14771, ГОСТ 14776, ГОСТ 16037 и ГОСТ 23518.

**9.5.5** В сварных соединениях допускаются следующие дефекты, не превышающие значений, указанных в действующих ТНПА:

— поры;

— подрезы;

— наплывы (натеки);

— нарушение формы шва.

**9.5.6** В сварных соединениях не допускаются следующие дефекты:

— трещины всех видов и направлений в металле шва, по линии сплавления, в околошовной зоне основного металла, в том числе микротрещины, выявляемые при 50-кратном и более увеличении и микроскопическом исследовании;

— непровары;

— шлаковые и твердые включения;

— незаваренные кратеры, усадочные раковины;

— свищи;

— прожоги;

— брызги и места зажигания дуги на основном металле.

**9.5.7** Контроль точности сборки соединений под сварку должен соответствовать требованиям СТБ 1016 и нижеследующих стандартов. Основные типы и размеры конструктивных элементов швов установлены:

— для ручной дуговой сварки — ГОСТ 5264;

— для сварки под флюсом — ГОСТ 8713;

— для сварки в среде защитного газа — ГОСТ 14771;

— для ручной дуговой сварки под острыми и тупыми углами — ГОСТ 11534;

— для сварки в среде защитного газа под острыми и тупыми углами — ГОСТ 23518;

— для сварки труб (всеми видами сварки) — ГОСТ 16037.

**9.5.8** Внешним осмотром и измерениями по СТБ 1133 проверяется качество подготовки под сварку, качество выполнения сварных швов, как в процессе сварки, так и после окончания процесса.

Осмотру и измерению подлежат 100 % сварных соединений.

**9.5.9** Неразрушающий контроль сварных соединений рекомендуется производить приборами и аппаратами, приведенными в приложении Е, методами, изложенными в прилагаемых к приборам и аппаратам инструкциях, с обязательным соблюдением требований СТБ 1172, СТБ 1428, ГОСТ 14782 и ГОСТ 21105.

**9.5.10** Контроль сварных соединений элементов расчетных металлоконструкций физическими методами должен проводиться только после устранения дефектов, выявленных внешним осмотром. При этом обязательному контролю подлежат начало и окончание сварных швов стыковых соединений поясов и стенок коробчатых металлоконструкций балок, колонн, стрел.

При любом методе контроля суммарная длина контролируемых участков сварных соединений устанавливается в ТНПА на контроль качества сварки и должна составлять не менее:

— 50 % от длины стыка — на каждом стыке растянутого пояса коробчатой или решетчатой металлоконструкции;

— 25 % от длины стыка или сжатого участка стенки — на каждом стыке сжатого пояса или сжатых участков стенок;

— 75 % от длины стыка — на каждом стыке конструкций стрел, гуськов и реечных коробок портальных кранов;

— 25 % от длины шва — для других видов сварных соединений, не указанных ранее, а также для других сварных соединений, контролируемых ультразвуковым методом.

**9.5.11** При выявлении средствами неразрушающего контроля недопустимых дефектов в сварных соединениях, контролю подлежат все участки соединения. Дефектные участки сварных швов или швы, выявленные при контроле, должны быть удалены механическим способом, заварены и вновь проконтролированы.

**9.5.12** Механические испытания свидетеля-образца следует проводить с целью проверки прочностных и пластических характеристик сварных соединений, выполняемых производителем ремонта, на соответствие их требованиям конструкторской документации.

Испытания механических свойств стыковых сварных соединений на разрыв и ударную вязкость проводятся в соответствии с требованиями ГОСТ 6996, при этом предел прочности сварного соединения должен быть не ниже предела прочности основного металла.

**9.5.13** Исправление дефектного сварного соединения в одном и том же месте допускается не более 2 раз.

**9.5.14** Результаты контроля и испытаний сварных соединений должны оформляться заключениями (протоколами) и храниться в ОТК производителя ремонта.

**9.5.15** Контроль качества наплавки должен состоять в осмотре подготовленной под наплавку поверхности, контроле наплавочных (присадочных) материалов на их соответствие требованиям настоящего технического кодекса и контроле качества наплавленного слоя (отсутствие пористости, раковин и других дефектов), проверке твердости наплавленного слоя (после механической обработки или до нее, при местной обработке части наплавленной поверхности) на соответствие требованиям рабочего (ремонтного) чертежа.

### 9.6 Ремонт тел вращения

**9.6.1** Изношенные поверхности валов, осей, колес, отверстий восстанавливаются, как правило, до размеров по рабочим чертежам.

Изменение номинального размера до ремонтного допускается как исключение. Уменьшение размера охватываемой или увеличение размера охватывающей поверхности детали не должно быть более 6 % от номинального размера.

Уменьшение номинального диаметра шеек валов механизмов подъема груза и стрелы может быть допущено только по заключению головной организации по краностроению.

**9.6.2** При ремонте валов (осей) необходимо прочистить отверстия для подачи смазки, зачистить и прогнать резьбу.

**9.6.3** В случае износа ручья стального блока более допустимого рекомендуется произвести наплавку его рабочей поверхности.

**9.6.4** Установление соосности валов, соединяемых муфтами, следует производить с помощью приспособлений, обеспечивающих измерение величины отклонений. Допустимые отклонения устанавливаются стандартами на муфты.

### 9.7 Ремонт электрооборудования

**9.7.1** Ремонт электрооборудования должен выполняться в соответствии с требованиями [7], [8] и ГОСТ 183.

При изменении параметров ремонтируемых аппаратов, устройств или приборов должна корректироваться принципиальная электросхема крана, для обеспечения нормального функционирования механизмов.

**9.7.2** Ремонт коллекторов, контактных колец и токосъемных устройств следует производить по технологическому процессу, разработанному для конкретного типа электромашины. Ремонт обмоток необходимо выполнять по типовым технологическим процессам для каждого типа машин с учетом имеющихся дефектов.

**9.7.3** Ротор электромашины после ремонта подлежит статической и динамической балансировке в сборе со всеми вращающимися частями. Статическую балансировку следует производить для машин с частотой вращения до 1000 об/мин. При большей частоте вращения и для машин с удлиненным ротором необходимо производить как статическую, так и динамическую балансировку.

**9.7.4** При ремонте следует произвести зачистку от оксидов контактных поверхностей, восстановить маркировку проводов, аппаратов управления и выводных устройств в соответствии с электросхемами.

**9.7.5** Отремонтированные элементы электрооборудования подлежат испытаниям с целью проверки качества ремонта.

### 9.8 Ремонт гидрооборудования

**9.8.1** Гидрооборудование, параметры которого в процессе эксплуатации крана изменились настолько, что перестали удовлетворять техническим условиям на кран, должно, как правило, заменяться новым.

Допускается восстановление параметров гидрооборудования путем ремонта на специализированном предприятии с испытаниями на гидростенде.

**9.8.2** Гидрооборудование ремонтируется, как правило, путем замены изношенных элементов.

**9.8.2.1** Допускается, по согласованию с организацией-изготовителем, использовать метод ремонтных размеров в парах: золотник-корпус, поршни-блок. При этом должны быть выдержаны технические требования конструкторской документации к материалам деталей, их твердости, точности (допустимым отклонениям), шероховатости поверхностей.

**9.8.2.2** Допускается ремонт зеркала гидроцилиндров (поверхности штока) методом хромирования после предварительной механической обработки (раскатки) до выведения дефекта, при обязательном соблюдении требований к отклонениям от цилиндричности обрабатываемых поверхностей. Поверхности должны быть восстановлены до размеров, указанных в рабочих чертежах.

**9.8.2.3** Требования к сборке и испытаниям отремонтированных агрегатов должны обеспечиваться наличием сборочной оснастки, испытательного стенда и соблюдением чистоты на рабочих местах. Количественные и качественные показатели отремонтированных агрегатов — по конструкторской документации организации-изготовителя.

## 10 Сборка составных частей

### 10.1 Общие требования

**10.1.1** На сборку должны поступать детали (сборочные единицы), прошедшие приемку ОТК.

**10.1.2** Сборка составных частей должна производиться в соответствии с технологией сборки, разработанной согласно требованиям настоящего технического кодекса и [4].

**10.1.3** Все поступающие на сборку детали (сборочные единицы) должны быть очищены от следов коррозии, стружки и загрязнений.

**10.1.4** Все трущиеся и резьбовые поверхности деталей (кроме тех, где смазка недопустима), а также крепеж перед сборкой следует покрыть соответствующим смазочным материалом.

**10.1.5** Зазоры и натяги в соединениях сопрягаемых деталей должны быть выдержаны в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса.

**10.1.6** В случаях, предусмотренных конструкторской документацией, должны устанавливаться стопорящие детали (пружинные шайбы, вязальная проволока, шплинты, стопорные шайбы и планки и т. п.).

**10.1.7** Все шпонки должны быть пригнаны посадочными поверхностями к пазам.

**10.1.8** Шарнирные соединения должны работать без заеданий.

**10.1.9** Устанавливаемые неметаллические прокладки должны быть чистыми, без расслоений, складок, вырывов, задиров и надломов. Прокладки не должны выступать за края сопрягаемых деталей. До установки на место прокладки, при необходимости, следует покрыть с двух сторон бакелитовым лаком по ГОСТ 901 и просушить.

**10.1.10** Металлические прокладки, применяемые для регулировки, должны быть отрихтованы, не иметь трещин, вырывов, сгибов и заусенцев. Прокладки следует располагать так, чтобы более толстые из них находились ближе к корпусу, более тонкие — ближе к крышке. Привалочные плоскости следует смазывать консистентным смазочным материалом.

**10.1.11** Фетровые и войлочные сальники перед установкой должны пропитываться графитной смесью (если другое не предусмотрено эксплуатационной документацией).

**10.1.12** Самоподжимные уплотнения должны отвечать следующим требованиям: кромки манжеты не должны иметь надрывов, трещин, заусенцев; пружина должна плотно прилегать к манжете.

**10.1.13** Резиновые уплотняющие кольца не должны закусываться уплотняемыми поверхностями.

**10.1.14** При сборке соединений с уплотнениями в виде манжет и колец следует применять приспособления, предохраняющие поверхности уплотнений от среза (например, при вставке поршня в цилиндр или при прохождении отверстий для подвода или отвода рабочей жидкости или воздуха).

**10.1.15** При подготовке элементов соединений к сварке (сборке) металлоконструкций необходимо обеспечить выполнение требований рабочих чертежей, настоящего технического кодекса и [4].

**10.1.16** Все составные части, подлежащие окраске до сборки, должны быть окрашены согласно требованиям технической документации на изделие и настоящего технического кодекса.

**10.1.17** Подшипники, шарнирные соединения должны быть смазаны в соответствии с требованиями эксплуатационных документов.

**10.1.18** При сборке деталей с подгонкой по месту требуемый характер сопряжений следует выполнять опиловкой и зачисткой, шабрением, развертыванием отверстий.

**10.1.18.1** Опиловку следует применять для снятия неровностей, шероховатостей, забоин, заусенцев; для снятия припуска на детали-компенсаторе под размер, предусмотренный технологией сборки; для устранения дефектов на поверхности детали (царапин, сколов); для опиливания плоскостей, пазов и выступов при подгонке соединений.

Если на поверхности имеются только мелкие дефекты (царапины, риски), зачистку следует производить напильником, наждачной шкуркой, оселком.

Для опиловки допускается использование электро-пневмоинструмента с соответствующими насадками.

**10.1.18.2** Шабрение следует применять после предварительной опиловки при подгонке поверхностей разъема деталей и цилиндрических поверхностей с втулками.

Качество шабрения поверхностей определяют с помощью окрашивающих материалов. Для грубого шабрения — от пяти до 10 пятен, для точного шабрения — от 15 до 25 пятен на квадрат размером 25×25 мм.

**10.1.18.3** Развертывание отверстий следует применять для получения требуемой посадки в сочленении или обеспечения соосности отверстий монтируемых деталей.

Для механизации работ следует применять электрические сверлильные машины с регулируемым вращением шпинделя.

### 10.2 Сборка поворотных опор

**10.2.1** При установке поворотных опор после ремонта (замене роликов, шариков) с учетом требований 6.11 и 8.13, их следует монтировать на месте сборки с угловым смещением колец относительно положения на раме, которое кольца занимали до ремонта, на 180°.

**10.2.2** При сборке поворотных опор присоединительные болты должны быть затянуты моментом, указанным в таблице 22, если другое не указано в эксплуатационной документации. Болты необходимо предварительно смазать.

**Таблица 22**

| Размер резьбы болтов, мм | М16 | М20 | М24 | М27 | М30 | М36 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Момент затяжки болтов, кН·м | 0,20–0,22 | 0,35–0,40 | 0,60–0,65 | 0,80–0,85 | 1,15–1,25 | 1,9–2,0 |

### 10.3 Сборка шпоночных и шлицевых соединений

**10.3.1** В неподвижных соединениях шпонки следует устанавливать в паз вала плотно или с натягом, в паз ступицы — по свободной посадке. Для призматических шпонок необходимо обеспечить зазор между верхней поверхностью шпонки и впадиной паза ступицы.

**10.3.2** Тугоразъемные шлицевые соединения собирают на прессе. Легкоразъемные и подвижные шлицевые соединения собирают с приложением незначительных усилий.

**10.3.3** Охватывающие детали следует контролировать на допустимое биение, согласно рабочей документации, техническим условиям и ТНПА.

**10.3.4** Сборку соединений с гарантированным натягом следует производить на прессах, пользуясь оправками. Скорость напрессовки (выпрессовки) не должна превышать 5 мм/с. Уменьшение усилия запрессовки достигается смазыванием поверхности минеральным маслом.

**10.3.5** Сборку соединений по 10.3.4, с целью облегчения процесса сборки и сохранения качества поверхностей сопрягаемых деталей, следует производить с нагревом охватывающей или охлаждением охватываемой детали.

Температура нагрева $t_н$, °С, для стальной детали может быть определена по формуле

$$t_н = \frac{1350}{d} + 90, \tag{40}$$

где $d$ — диаметр отверстия, мм.

Рассчитанную температуру нагрева детали следует увеличить на 15 %–30 % для компенсации частичного охлаждения в процессе ее установки. Нагрев детали осуществляют в жидкой среде или в печи с контролируемой температурой газовой среды. Сборку соединений с охлаждением охватываемой детали следует применять в тех случаях, когда коэффициент линейного расширения материала охватываемой детали больше, чем материала охватывающей детали. Охлаждение следует производить в твердой углекислоте (сухой лед), имеющей температуру от 208 К (минус 65 °С) до 203 К (минус 70 °С). Сухой лед расходуется в количестве 18 %–20 % от массы охлаждаемой детали.

### 10.4 Сборка составных частей с подшипниками качения

**10.4.1** Допустимые отклонения от геометрической формы мест посадки подшипников на вал и в корпус не должны превышать:

— овальность и конусность — не более половины допуска на диаметр;
— биение заплечика, мм — 0,02–0,03 — на валу;
— то же — 0,04–0,07 — в отверстии корпуса.

**10.4.2** Перед установкой подшипников посадочные места в корпусе и на валу необходимо покрыть слоем минерального масла и предохранить от загрязнения.

**10.4.3** Перед напрессовкой на вал подшипники следует нагревать в минеральном масле в течение 15–20 мин при температуре от 333 К (60 °С) до 363 К (90 °С).

Посадка подшипника должна производиться клейменой стороной наружу с применением оправки, обеспечивающей невозможность перекоса подшипника.

**10.4.4** Установленный подшипник должен упираться кольцами в заплечики корпуса или вала, легко проворачиваться, иметь ровное, без заеданий, вращение.

**10.4.5** Установку конических роликовых подшипников следует производить раздельно: внутреннее кольцо с роликами и сепаратором напрессовать на вал, наружное кольцо установить в корпус.

**10.4.6** Радиальный зазор конических и радиально-упорных подшипников следует регулировать осевым вращением наружного кольца. Зазоры регулируют изменением толщины регулировочных прокладок, регулировочным винтом или гайкой.

### 10.5 Сборка цилиндрических зубчатых передач

**10.5.1** Сборку соединений вал-шестерня для неподвижных шестерен следует производить методами, указанными в разделе 10.

**10.5.2** Прилегание рабочих поверхностей зубьев следует проверить краской. Нормы контакта рабочих поверхностей зубьев — по ГОСТ 1643.

При проверке зубья шестерни покрывают тонким слоем лазури и, после проворота соединения, замеряют следы прилегания на зубьях колеса. При нормальном зацеплении пятно должно располагаться в зоне делительной окружности вдоль всей длины зуба; при уменьшенном межосевом расстоянии пятно смещается к ножке зуба, при увеличенном — к головке; при перекосе осей пятно смещается к одному из торцов.

### 10.6 Сборка конических зубчатых передач

**10.6.1** Нормальная работа конических передач обеспечивается выполнением следующих условий:

а) шестерня и колесо должны быть установлены так, чтобы вершины их начальных конусов сходились в одной точке;

б) опорные детали (стаканы, подшипники и др.) не должны иметь смещений и перекосов осей;

в) оси гнезд в корпусе должны находиться в одной плоскости, пересекаться в одной точке под требуемым углом, определяющим совпадение вершин делительных конусов шестерен.

**10.6.2** Проверку правильности зацепления конической передачи производят краской. Пятно, находящееся в средней (по высоте) части зуба, в его более тонкой части (без нагрузки), указывает на правильность сборки. При работе пары под нагрузкой пятно должно переместиться и занять среднюю (по длине зуба) часть.

### 10.7 Сборка червячных передач

**10.7.1** Работоспособность червячной пары зависит от величины перекоса осей червяка и червячного колеса, межосевого расстояния и совпадения средней плоскости колеса с осью червяка.

**10.7.2** Проверку правильности зацепления червячной пары производят краской. При совпадении оси червяка со средней плоскостью колеса (краска наносится на червяк) отпечаток должен составлять не менее 60 % длины и высоты зуба колеса, при этом пятно располагается симметрично относительно средней плоскости колеса.

### 10.8 Сборка редукторов

**10.8.1** Сборка редукторов должна производиться по технологии производителя ремонта с учетом требований настоящего технического кодекса и [4].

**10.8.2** Собранный редуктор предъявляется ОТК и обкатывается без нагрузки на номинальных оборотах не менее 15 мин в прямом и обратном направлениях. До обкатки редуктор заполняется чистым маслом, соответствующим карте смазывания эксплуатационных документов; после обкатки масло должно быть слито.

**10.8.3** В процессе обкатки проверяется:

а) отсутствие подтекания масла;

б) отсутствие избыточного нагрева подшипниковых узлов (не более чем на 303 К (30 °С) выше температуры окружающей среды);

в) отсутствие неравномерных шумов и стуков, характеризующих дефектную сборку;

г) надежность крепления деталей.

### 10.9 Сборка электродвигателей

Собранный электродвигатель (электромашина) подлежит обкатке на холостом ходу с целью выявления дефектов сборки (ремонта).

Выявленные в процессе обкатки дефекты должны быть устранены, после чего обкатка должна быть повторена.

### 10.10 Сборка тормозов

**10.10.1** Сборка тормозов должна производиться из деталей и сборочных единиц, отвечающих требованиям настоящего технического кодекса.

**10.10.2** Для вновь установленных накладок головки заклепок должны быть утоплены на величину не менее 1/2 толщины накладки.

**10.10.3** Заедания в шарнирах тормозной системы не допускаются.

**10.11 Сборка гидро- и пневмосистем**

Сборка гидро- и пневмосистем должна производиться в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса и [4].

**10.12 Сборка резьбовых соединений**

**10.12.1** Болты (шпильки), соединяющие детали, испытывающие динамические нагрузки в процессе работы или требующие обеспечения герметичности соединения, необходимо затягивать с одинаковым усилием. Усилия затяжки ответственных соединений указываются в стандартах или технической документации на конкретное изделие. Для равномерного затягивания гаек и болтов в ответственных соединениях следует применять предельные или динамометрические ключи.

**10.12.2** При большом количестве гаек (болтов) в соединении их следует затягивать в определенном порядке: при линейном расположении — от центра к периферии, последовательно слева и справа; при расположении по окружности — крест-накрест, постепенно, вначале на 1/3 затяжки, затем на 2/3 и, наконец, затянуть все гайки (болты) полностью.

**10.12.3** Шплинты должны плотно сидеть в отверстиях болтов (пальцев, осей) и не должны находиться вне прорезей гаек. После установки концы шплинтов следует развести.

**10.13 Сборка, монтаж и регулировка механизмов, крюковых подвесок, электрооборудования, приборов и устройств безопасности**

**10.13.1** Сборка и регулировка механизмов крана должна производиться в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса, [4] и технической документации на соответствующие механизмы.

**10.13.2 Сборка лебедок**

**10.13.2.1** Соединения валов электродвигателей, редукторов и барабанов с помощью эластичных или зубчатых муфт не должны иметь отклонений от соосности и непараллельности, превышающих допустимые по ГОСТ 5006 и ГОСТ 21424.

**10.13.2.2** Радиальное биение тормозных шкивов не должно быть более значений, указанных в таблице 16.

**10.13.2.3** Установка и регулировка тормоза должны обеспечивать:

а) совпадение оси тормоза с осью тормозного шкива, отклонение — по паспорту на тормоз;

б) перекос поверхностей накладок относительно поверхности шкива не должен превышать 0,3 мм на 100 мм ширины шкива;

в) тормозная лента должна прилегать к шкиву не менее чем на 75 % всей поверхности трения. Зазор между тормозной лентой и шкивом должен обеспечить надежность торможения согласно паспорту на данный тормоз;

г) ход якоря электромагнита (электромагнитов) должен соответствовать указанному в паспорте;

д) зазор между рабочими поверхностями тормоза (колодок и шкива) в разомкнутом состоянии должен быть не более предусмотренного паспортом на тормоз.

**10.13.2.4** Собранная лебедка предъявляется ОТК для проверки качества, обкатки и испытаний:

а) лебедка должна быть обкатана без нагрузки на номинальных оборотах электродвигателя в течение 30 мин (по 15 мин в каждую сторону). До обкатки редуктор должен быть заполнен чистым маслом, соответствующим эксплуатационной документации организации-изготовителя, все шарниры тормозной системы, зубчатые муфты и подшипниковые узлы электродвигателя должны быть смазаны согласно карте смазки;

б) испытания лебедок должны производиться в соответствии с требованиями [1], ГОСТ 13556 и ГОСТ 27584.

**10.13.3** Сборка крюковых подвесок проводится в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса и [4].

**10.13.4** Монтаж и регулировка приборов и устройств безопасности производится в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации и [4]. Результаты проверки и испытаний заносятся в журнал ремонта крана.

**10.13.5** Монтаж электрооборудования крана производится в соответствии с требованиями [4] и [7].

**10.13.6** Для проверки работоспособности электрооборудования на смонтированном кране необходимо:

— проверить соответствие монтажа требованиям схемы соединений;

— произвести наладку электрооборудования в соответствии с принципиальной схемой для выполнения требований эксплуатационных документов в части обеспечения функционирования как отдельных механизмов, так и их работы в совокупности;

— проверить работу механизмов на соответствие их функционирования требованиям эксплуатационных документов.

Перечисленные проверки должны производиться без нагрузки на крюке. Четкость срабатывания приводов механизмов и плавность их работы должны удовлетворять данным, установленным эксплуатационными документами.

## 11 Защитные покрытия

**11.1** Защита отремонтированных составных частей крана от коррозии должна осуществляться нанесением на их поверхность различных видов покрытий, предусмотренных ТНПА. Рекомендуемые защитные (лакокрасочные) средства и материалы приведены в приложении В.

**11.2** Требования к защитным покрытиям — в соответствии с [4].

**11.3** Поверхности составных частей перед окраской должны быть очищены от коррозии, старой краски и обезжирены в соответствии с ГОСТ 9.402. Старую краску допускается не снимать, если она прочно соединена с металлом, в этом случае следует зачистить только дефектные места.

**11.4** Все составные части грунтуются и окрашиваются 2 раза. После окончательной сборки и испытаний следует произвести подкраску поврежденных покрытий.

**11.5** На частях крана, представляющих опасность при эксплуатации, должна быть нанесена предупреждающая окраска в соответствии с ГОСТ 12.2.058.

**11.6** Объектами технического контроля являются:

— материалы, применяемые для покрытий;

— режимы технологического процесса;

— последовательность выполняемых операций;

— соответствие качества покрытий требованиям действующих ТНПА и [4].

## 12 Приемка и испытания

**12.1** Изготовленные и отремонтированные детали, сборочные единицы и грузоподъемные краны в целом должны быть приняты ОТК.

**12.2** Приемка и контроль деталей и сборочных единиц должны производиться в соответствии с требованиями чертежей, настоящего технического кодекса и [4].

**12.3** Изготовленные, отремонтированные и полученные производителем ремонта в качестве запасных частей или комплектующих изделий, детали и сборочные единицы должны быть приняты ОТК.

**12.4** Проверка параметров и качества деталей, сборочных единиц и крана в целом в процессе ремонта и после него должна производиться с помощью приборов и средств, прошедших государственную поверку и признанных годными.

**12.5** Приемка и контроль деталей и сборочных единиц должны производиться в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса и действующих ТНПА.

**12.6** ОТК выдает разрешение на проведение последующих технологических операций ремонта после контроля качества сварных соединений, сборки редукторов и других механизмов, подлежащих обкатке или испытаниям. Требования к промежуточному контролю изложены в соответствующих разделах настоящего технического кодекса.

**12.7** ОТК принимает непосредственное участие в подготовке механизмов к обкатке и испытаниям, а также организует проведение испытаний крана.

**12.8** Корпуса редукторов, полученных в виде запасных частей (комплектующих изделий) или прошедших ремонт, подлежат контролю на соответствие межосевых расстояний, соосности или перпендикулярности посадочных отверстий, а также их размеров и шероховатости обработки и пр. Проверку следует производить с помощью приспособлений и измерительного инструмента, точность которых позволяет устанавливать допустимые отклонения, отвечающие требованиям рабочей документации и ТНПА.

**12.9** Механизмы, прошедшие обкатку, подвергаются испытаниям на соответствие требованиям эксплуатационных документов и [1].

Результаты испытаний отражаются в акте, который должен храниться с документами на ремонт крана.

**12.10** Приемка металлоконструкций крана должна производиться в соответствии с требованиями [1] и [4].

**12.11** Кран, отремонтированный в специализированной ремонтной организации и доставленный на место эксплуатации в собранном виде, должен пройти полное техническое освидетельствование

в ремонтной организации в соответствии с [1] перед отправкой владельцу. Акт технического освидетельствования (см. приложение Л) должен быть приложен к паспорту крана. До пуска в работу владелец крана должен провести его частичное техническое освидетельствование, результаты которого занести в паспорт.

**12.12** Краткая справка об объеме произведенного ремонта и документы, подтверждающие качество работ, должны быть переданы владельцу крана и храниться с паспортом крана.

**12.13** Дефекты, обнаруженные при контроле, должны быть устранены, после чего кран допускается к испытаниям.

**12.14** Документы, подтверждающие качество примененных при ремонте материалов, вновь установленных составных частей, а также заключение о качестве сварки должны храниться в ОТК производителя ремонта.

**12.15** Приемо-сдаточные испытания крана должны проводиться в соответствии с требованиями [1] и ГОСТ 31271. По согласованию с владельцем крана приемо-сдаточные испытания допускается совмещать с внеочередным полным техническим освидетельствованием на месте монтажа крана.

В процессе испытаний крана производятся настройка и испытания приборов безопасности (настройка ограничителя грузоподъемности производится после проведения статических и динамических испытаний).

**12.16** Акт сдачи-приемки из ремонта в соответствии с приложением М оформляется сторонами (производителем ремонта и владельцем) по окончании ремонта. Акт сдачи-приемки составляется в двух экземплярах, один из которых хранится в приложении к паспорту крана, другой — у производителя ремонта.

**12.17** Сведения о ремонте или замене любого элемента крана должны быть зафиксированы в паспорте крана согласно [1]. В паспорте, в разделе о ремонтах, следует сделать краткую запись о сути ремонта. Документы, по которым производился ремонт, должны храниться у производителя ремонта.

## 13 Маркировка, консервация, транспортирование и хранение крана

**13.1** Производитель ремонта должен:

— восстановить, при необходимости, все надписи на кране (составных частях), включая табличку предприятия-изготовителя, предусмотренные конструкторской документацией;

— восстановить поврежденную маркировку на маркировочных трубках проводов согласно электрической схеме соединений крана, а также надписей на панелях элементов электрооборудования, утраченных в процессе эксплуатации;

— клеймить сборочные единицы металлоконструкций, подвергнутых ремонту, а также отдельные их элементы, замененные при ремонте;

— ставить клейма (прикреплять таблички) на составные части (механизмы, приборы), прошедшие ремонт;

— нанести транспортную маркировку по ГОСТ 14192 (при необходимости).

**13.2** Обработанные, но не окрашенные поверхности составных частей крана подлежат консервации по ГОСТ 9.014 на срок до 1 года (по требованию владельца).

**13.3** Хранение составных частей крана должно соответствовать требованиям эксплуатационных документов.

**13.4** Транспортирование крана (составной части) должно производиться в соответствии с эксплуатационными документами или ТНПА средствами производителя ремонта или владельца, по их взаимной договоренности.

Составные части должны быть смазаны в соответствии с эксплуатационными документами.

Стекла кабины при перевозке должны быть защищены от ударов и механических повреждений.

## 14 Гарантийные обязательства

**14.1** Производитель ремонта должен гарантировать соответствие качества отремонтированного изделия требованиям настоящего технического кодекса при соблюдении владельцем правил эксплуатации изделия.

**14.2** Гарантийный срок эксплуатации крана исчисляется с момента получения владельцем отремонтированного изделия (подписания акта сдачи-приемки).

**14.3** Если в период гарантийного срока изделие находилось в ремонте по вине производителя ремонта, то гарантийный срок продлевается на время простоя в ремонте.

**14.4** Гарантийный срок после ремонта устанавливается:

а) на изделия, прошедшие капитальный ремонт, — не менее срока, соответствующего периодичности текущих ремонтов;

б) на изделия, прошедшие капитально-восстановительный ремонт, — не менее 500 моточасов;

в) на изделия, прошедшие полнокомплектный ремонт, — не менее срока, соответствующего периодичности технического обслуживания ТО-2, но не менее 250 моточасов.

Периодичность текущего ремонта и технического обслуживания устанавливается эксплуатационным документом.

**14.5** В течение установленного гарантийного срока производитель ремонта обязан устранять за свой счет все неисправности, возникшие по его вине.

**14.6** В соответствии с ГОСТ 24407 ресурс отремонтированных стреловых самоходных кранов (их составных частей) после капитального ремонта до очередного ремонта должен быть не менее 80 % ресурса до их первого капитального ремонта, установленного в эксплуатационных документах.

## 15 Требования безопасности при проведении ремонта

При подготовке ремонтного производства и проведении ремонта крана и его составных частей должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные в эксплуатационных документах и ТНПА, в том числе: [1], ТНПА системы стандартов безопасности труда, [7] – [11].

## Приложение А
(рекомендуемое)

## Форма ведомости дефектов

### ВЕДОМОСТЬ

дефектов крана _____
модель, №

принятого в ремонт по акту № _____

| Наименование узла | Наименование детали, № | Обнаруженные дефекты | Замеренное значение | Норма | Рекомендации (заменить, восстановить, использовать для дальнейшей эксплуатации) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

## Приложение Б
(обязательное)

## Форма акта сдачи-приемки изделия в ремонт

**АКТ №**
**сдачи-приемки в ремонт**

крана _____ модель _____, № _____

город _____ «_____» _____20_____г.

Настоящий акт составлен представителем ИСПОЛНИТЕЛЯ (ремонтной организацией), в лице ___

_____,

выполняющего ремонтные работы крана и его узлов по лицензии №_____,

выданной _____

с одной стороны, и представителя ЗАКАЗЧИКА (владельца крана), в лице _____

_____

с другой стороны, о том, что произведена сдача в ремонт _____

_____

наименование узла и тип крана

Техническое состояние и комплектность (узла и крана):_____

_____

Замечания заказчика по функционированию узлов крана:_____

_____

Предполагаемый дефект: _____

_____

_____

Замечания: _____

узел, кран приняты или не приняты в ремонт, причина, срок

_____

_____

| | |
|---|---|
| От ИСПОЛНИТЕЛЯ | От ЗАКАЗЧИКА |
| Ремонтная организация | Владелец крана |
| м/п подпись | м/п подпись |

## Приложение В
(рекомендуемое)

## Моющие, очищающие и защитные (лакокрасочные) средства и материалы

**В.1** Для удаления жировых и прочих загрязнений с поверхностей деталей рекомендуется применение выпускаемых щелочных синтетических моющих средств, содержащих смесь нескольких солей щелочных металлов с одним или несколькими поверхностно-активными веществами.

Моющие средства «Лабомид-101» и «Лабомид-102» применяются в виде водных растворов с концентрацией от 10 до 30 г/л при температуре от 348 К (75 °С) до 363 К (90 °С) в струйных моечных машинах и камерах для мойки сборочных единиц перед разборкой и деталей перед ремонтом. Моющее средство «Лабомид-203» применяется в виде водных растворов с концентрацией 25–35 г/л при температуре от 363 К (90 °С) до 373 К (100 °С) в моечных машинах погружного типа с возбуждением раствора для мойки сильно загрязненных деталей. Указанные растворы не горючи, не токсичны, не вызывают коррозии черных и цветных металлов.

Для мойки деталей и сборочных единиц могут использоваться и другие растворы, например МЛ-51, МЛ-52 и др.

При применении средств «Лабомид-101» и «Лабомид-203» возможно повышенное вспенивание, для уменьшения которого следует добавлять пеногасители — уайт-спирит или керосин в количестве до 3 г/л.

**В.2** Удаление старой краски и очистку деталей рекомендуется производить водным раствором едкого натра с концентрацией 150–180 г/л или раствором следующего состава, г/л:

| | |
|---|---|
| — едкий натр | — от 60 до 80 включ.; |
| — кальцинированная сода или тринатрийфосфат | — “ 30 “ 50 “ ; |
| — жидкое стекло | — “ 5 “ 10 “ . |

Температура раствора должна быть от 353 К (80 °С) до 363 К (90 °С).

После мойки указанными растворами детали и сборочные единицы следует промыть горячей водой до полного удаления щелочи, затем — 1,5 %-ным раствором нитрита натрия.

**В.3** Перед очисткой деталей металлическим песком или дробью следует удалить грязь и масло с их поверхностей промывкой в моечной машине или ванне. После промывки деталей необходимо обдуть их сжатым воздухом. Влажные и замасленные детали к очистке металлическим песком и дробью не допускаются.

Все посадочные поверхности и резьбы, кроме подлежащих восстановлению при ремонте, а также шлифованные и полированные поверхности, масляные каналы и другие отверстия, в которые попадание металлического песка и дроби недопустимо, следует защитить установкой пробок, заглушек, накладок, хомутов и пр.

Для подготовки поверхностей деталей под покрытия, наносимые электрохимическим или химическим способом, следует применять металлический песок (дробь ДЧК или ДСК) с размерами зерен от 0,2 до 0,7 мм, что соответствует номерам 03К, 03 и 05 по ГОСТ 11964.

После очистки детали следует обдуть обезвоженным сжатым воздухом. Внутренние полости деталей необходимо очистить от остатков металлического песка или дроби вытряхиванием, продувкой или пылесосом.

**В.4** При толщине слоя коррозии от 50 до 70 мкм используется танидный преобразователь ржавчины. Нанесенный на металл преобразователь после завершения реакции и высыхания превращается в прочную пленку, обладающую гидрофобностью и создающую надежный противокоррозионный грунт, на который можно наносить любые лакокрасочные материалы. При использовании этого преобразователя образуется слой пассивной пленки (происходит процесс пассивации).

В состав преобразователя ржавчины входят следующие компоненты, % по массе:

| | | |
|---|---|---|
| — дубильный дубовый экстракт | — от 20 до 30 включ.; | |
| — винная кислота | — “ 1,5 “ 2 “ | (см. ГОСТ 5817); |
| — экстракт солодкового корня | — “ 5 “ 6 “ | (см. ГОСТ 22840); |
| — этилсиликат «32» | — “ 1,5 “ 2 “ | ; |
| — вода | — “ 72 “ 60 “ | . |

При отсутствии дубильного дубового экстракта его можно заменить таким же количеством экстракта ивы или ели либо природным танином (от 120 до 150 г/л).

Приготовление и хранение преобразователя ржавчины следует осуществлять следующим образом: дубильный дубовый экстракт, поступающий в виде сухих твердых глыб, необходимо размельчить до порошкообразного состояния. Измельченный экстракт необходимо засыпать в бак и залить водой в пределах от 50 % до 60 % от общего объема. Затем следует подогреть смесь до температуры не более 353 К (80 °С) и, постоянно перемешивая, полностью растворить экстракт. Или: экстракт, предварительно измельченный до размеров орешков, засыпать в краскотерку и перетереть вместе с водой (50 %–60 % от общего количества воды). Или: отвешенное количество сухого экстракта в глыбах залить таким же количеством воды и оставить в темном помещении до полного растворения (4–6 сут).

Оставшееся количество воды необходимо подогреть и растворить в ней винную кислоту. К раствору добавить при перемешивании экстракт солодкового корня (густой). Затем оба раствора соединить при перемешивании и после остывания дополнить этилсиликатом «32».

Перед употреблением приготовленный преобразователь ржавчины необходимо выдержать при комнатной температуре в течение 5–7 сут для образования устойчивого золя.

Хранить преобразователь необходимо в деревянных или металлических емкостях, окрашенных внутри водостойкой краской.

Срок хранения преобразователя в герметично закрытой таре — до 5 мес. При введении в его состав салициловой кислоты из расчета 10 г/л срок хранения увеличивается до 1 года.

Танидный преобразователь ржавчины рекомендуется наносить в сухую погоду при температуре не ниже 288 К (15 °С). Преобразователь следует наносить кистью или краскораспылителем от установки безвоздушного распыления. Преобразователь наносится тонким равномерным слоем без пропусков и потеков за 1 раз. Расход преобразователя — от 160 до 200 г/м$^2$, в зависимости от толщины слоя ржавчины. Время высыхания танидного преобразователя при температуре от 291 К (18 °С) до 296 К (23 °С)
и влажности воздуха 70 %–80 % составляет от 40 до 50 мин (при температуре от 282 К (9 °С) до 273 К (0 °С) соответственно от 4 до 8 ч). Наносить преобразователь в осенне-весенний период на открытом воздухе не рекомендуется, так как перепады дневной и ночной температур дают сильное отпотевание, пленка преобразователя размягчается и налипает на руки и одежду обслуживающего персонала.

**В.5** Для более полного преобразования продуктов коррозии рекомендуется окраску обработанных поверхностей производить не ранее чем через 24 ч после их обработки и высыхания.

Для преобразования ржавчины толщиной более 70 мкм используются другие составы.

Рыхлые или плотные слои коррозии удаляют механическим способом (щетками, скребками), травлением.

**В.6** Для грунтования поверхностей рекомендуется применять следующие грунтовки:

— для металлов и дерева — ФЛ-03-К, ФЛ-03-КК, ФЛ-013 по ГОСТ 9109, ГФ-021 по ГОСТ 25129, ГФ-0119 по ГОСТ 23343;

— для алюминия и дюралюминия — ФЛ-03-Ж по ГОСТ 9109 и КФ-030 по действующим ТНПА;

— для емкостей под хранение горючего и масел — грунт бензостойкий МЛ-029 по действующим ТНПА.

**В.7** Перед окрашиванием для устранения дефектов и неровностей на сухие загрунтованные поверхности, в целях придания изделиям лучшего внешнего вида, наносят шпатлевку, толщина слоя которой не должна превышать 1,5 мм.

**В.8** Для шпатлевания поверхностей рекомендуется применять шпатлевку ПФ-002 по ГОСТ 10277.

**В.9** Окрашивание наружных и внутренних поверхностей машин, механизмов, сборочных единиц и деталей должно производиться согласно чертежу окраски, в два слоя.

Лакокрасочные покрытия должны быть однотонными, наноситься ровным слоем и не иметь подтеков, трещин, пузырей, оспин, отслоений и шелушений. Класс покрытия — по таблице В.1.

**Таблица В.1**

| Характеристика поверхности | Класс покрытия по ГОСТ 9.032 | Обозначение условий эксплуатации по ГОСТ 9.032 и ГОСТ 9.104 |
|---|---|---|
| Наружные поверхности грузоподъемных машин, кроме башенных кранов | VI | У1 |
| Наружные поверхности башенных кранов | VII | У1 |

| Характеристика поверхности | Класс покрытия по ГОСТ 9.032 | Обозначение условий эксплуатации по ГОСТ 9.032 и ГОСТ 9.104 |
|---|---|---|
| Наружные поверхности лебедок, коробок и других механизмов | VI, VII | У1, У2 |

**Окончание таблицы В.1**

| Характеристика поверхности | Класс покрытия по ГОСТ 9.032 | Обозначение условий эксплуатации по ГОСТ 9.032 и ГОСТ 9.104 |
|---|---|---|
| Внутренние поверхности кабин, находящиеся в поле зрения машиниста | V | У2 |
| Внутренние поверхности масляных ванн и необработанные поверхности деталей, работающих в них | VII | 6/1 |
| Поверхности бензотары (бензобаков и других резервуаров для нефтепродуктов) | VII | 6/2 |
| Поверхности деталей и сборочных единиц, подвергающихся нагреву | VII | У8 |
| Поверхности электроаппаратуры и токопроводящих частей | VII | У9 |

Толщина покрытия должна составлять от 0,04 до 0,08 мм.

Качество лакокрасочных покрытий должно отвечать требованиям ГОСТ 9.032.

**В.10** Для окрашивания наружных поверхностей рекомендуются следующие атмосферостойкие краски:

— пентафталевые эмали различного цвета ПФ-133 по ГОСТ 926 и ПФ-115 по ГОСТ 6465;

— масляные эмали МС-160 по ГОСТ 12034;

— нитроцеллюлозные эмали НЦ-11 по ГОСТ 9198.

**В.11** Внутренние поверхности масляных ванн (редукторов, коробок скоростей и т. п.) должны окрашиваться эмалями: НЦ-132К красной по ГОСТ 6631 или НЦ-5123 красно-коричневой по ГОСТ 7462.

**В.12** Бензотара (бензобаки и другие резервуары для нефтепродуктов) должна окрашиваться бензостойкой эмалью МЛ-629 по действующим ТНПА.

**В.13** Поверхности, подверженные в процессе эксплуатации нагреву, должны окрашиваться термостойкой эмалью КО-813 по ГОСТ 11066 в два слоя без грунта.

Цвет покрытия наружных поверхностей машин, в том числе цветовые сочетания сборочных единиц машины, требующих применения предупреждающей окраски, а также лакокрасочные материалы должны соответствовать чертежу или карте окраски на конкретную машину.

**В.14** Восстановление повреждений окраски электроаппаратуры, ее оголенных токопроводяших частей, а также окрашивание поверхностей в целях противокоррозионной защиты и придания ей диэлектрических свойств выполняются эмалью ГФ-927 по действующим ТНПА.

Допускается попадание краски на кабели, провода, не нарушающее их диэлектрических свойств в труднодоступных местах, оговоренных в технической документации на конкретную машину.

**В.15** Кроме рекомендуемых настоящим техническим кодексом лакокрасочных материалов, могут применяться и другие по ГОСТ 9.401, обеспечивающие надежность, качество, внешний вид и атмосферостойкость покрытий.

**В.16** Металлические и неметаллические (неорганические) покрытия должны отвечать требованиям ГОСТ 9.303 и ГОСТ 9.306.

**В.17** Подготовка поверхностей и нанесение металлических и неметаллических (неорганических) покрытий должны производиться в соответствии с технологической документацией, разработанной специализированной организацией. При этом технологический процесс нанесения покрытий должен отвечать требованиям ГОСТ 9.305.

**В.18** В качестве защитных покрытий для стальных деталей рекомендуются цинкование, кадмирование, хроматирование, хромирование.

## Приложение Г
(обязательное)

## Форма журнала входного контроля комплектующих изделий и металла

**ЖУРНАЛ**
**входного контроля**
**комплектующих изделий и металла**

| Наименование и обозначение детали, материала (по стандарту или ТУ) | № сертификата (наличие паспорта) | № плавки (дата выпуска) | Предприятие-изготовитель | Количество | ТТ и ТУ | Замечание по приемке | Заключение ОТК и дата |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | |

## Приложение Д
(рекомендуемое)

## Оформление карт дефектации и ремонта

**Д.1** Карты дефектации следует располагать в порядке возрастания обозначений составных частей.

**Д.2** Перед картами дефектации каждой сборочной единицы следует поместить лист с наименованием и обозначением сборочной единицы и перечнем карт, в который включаются все дефектуемые детали. Допускается размещение эскиза на отдельном листе.

**Д.3** Назначение допустимых износов производится в соответствии с методами, указанными в разделе 8.

**Д.4** Основными критериями при назначении способа восстановления являются:

— величины износов;

— условия работы детали и сборочной единицы, требования к рабочей поверхности;

— технологичность выбираемого способа восстановления и его экономическая оценка по сравнению с другими способами.

**Д.5** Образец первого листа карты дефектации приведен ниже. Второй и последующие листы карты дефектации выполняются по аналогичной форме, с сохранением только головки таблицы.

**Д.6** По решению производителя ремонта допускается оформление карт дефектации осуществлять в виде таблиц дефектации на сборочную единицу.

Образец первого листа карты дефектации и ремонта:

**КАРТА**
**дефектации и ремонта**

| _____ | _____ | _____ | _____ |
|---|---|---|---|
| обозначение и наименование изделия, составной части | № позиции | № эскиза | № карты |

Количество составных частей на изделие, шт. _____

Поле для эскиза

| Обозначение | Возможный дефект | Метод установления дефекта | Средство измерения | Заключение и рекомендуемые методы ремонта | Требования после ремонта |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |

## Приложение Е
(рекомендуемое)

## Измерительный инструмент и приборы, применяемые для измерения и контроля составных частей изделий и деталей при дефектации

**Таблица Е.1**

Размеры в миллиметрах

| Измерительный инструмент и приборы, обозначение стандарта | Назначение и краткая характеристика | Пределы измерения | Цена деления |
|---|---|---|---|
| Линейки измерительные металлические по ГОСТ 427 | Определение расстояния между двумя точками | 150; 300; 500; 1000 | 1,0 |
| Рулетки измерительные металлические по ГОСТ 7502 | Измерение линейных размеров крупногабаритных составных частей | 1000; 2000; 5000; 10 000; 20 000; 100 000 | 1,0 |
| Щупы | Проверка величины зазоров между поверхностями (1 и 2 классов точности). Четыре набора | Н-1: 0,02–0,10<br>Н-2: 0,02–0,50<br>Н-3: 0,55–1,0<br>Н-4: 0,10–1,0 | 0,01; 0,01–1,0<br>0,05–0,5<br>0,05<br>0,10 |
| Штангенциркули по ГОСТ 166 | Измерение наружных и внутренних размеров | ШЦ-I, ШЦТ-II: 0–125<br>ШЦ-II, ШЦ-III: 0–160; 0–250<br>ШЦ-III: 0–400; 250–630; 320–1000; 500–1600; 800–2000 | 0,05; 0,1<br>0,05; 0,1<br>0,1 |
| Глубиномеры микрометрические по ГОСТ 7470 | Измерение глубины пазов отверстий и высоты уступов (1 и 2 классов точности) | 0–100; 0–150 | 0,01 |
| Нутромеры микрометрические по ГОСТ 10 | Измерение внутренних размеров | 50–75; 75–175; 75–600; 150–1250; 600–2500; 1250–4000; 2500–6000 | 0,01 |
| Индикаторы часового типа по ГОСТ 577 | Измерение размеров и отклонений формы и взаимного расположения поверхностей:<br>ИЧ — с перемещением измерительного стержня параллельно шкале<br>ИТ — то же, перпендикулярно шкале | <br><br>0–2; 0–5; 0–10<br><br>0–2 | <br><br>0,01<br><br>0,01 |
| Индикаторы многооборотные по ГОСТ 9696 | Измерение размеров и отклонений формы и взаимного расположения поверхностей | 1<br>2 | 0,001<br>0,002 |
| Штангенглубиномеры по ГОСТ 162 | Измерение глубины и высоты | 0–160; 0–250<br>0–400; 100–1000<br>600–1600; 1500–2500 | 0,05<br>0,05 и 0,1<br>0,1 |

**Продолжение таблицы Е.1**

| Измерительный инструмент и приборы, обозначение стандарта | Назначение и краткая характеристика | Пределы измерения | Цена деления |
|---|---|---|---|
| Микрометры по ГОСТ 6507 | Измерение наружных размеров | Тип МК: 0–25; 25–50; 50–75; 75–100; 100–125; 125–150; 150–175; 175–200; 200–225; 225–250; 250–275; 275–300; 300–400; 400–500; 500–600 | 0,01 |
| Микрометры со вставками по действующим ТНПА | Измерение среднего диаметра метрических, дюймовых и трапецеидальных резьб, а также измерение фасонных деталей | Для метрических и дюймовых резьб: 0–25; 25–50;…; 350 | 0,01 |
| Нутромеры индикаторные по ГОСТ 868 | Измерение внутренних размеров | 6–10; 10–18; 18–50; 50–100; 100–160; 160–250; 250–450; 450–700; 700–1000 | 0,01 |
| Нутромеры по ГОСТ 9244 | Измерение внутренних размеров | 2–10<br>10–260 | 0,001<br>0,002 |
| Угломеры с нониусом по ГОСТ 5378 | Измерение наружных и внутренних углов | Наружных углов — от 0° до 180°<br>Внутренних углов — от 40° до 180° | 2'<br>5' и 15' |
| Шаблоны радиусные по действующим ТНПА | Проверка радиусов выпуклых и вогнутых поверхностей. Выпускаются двух типов в трех наборах: выпуклые и вогнутые | Н-1: 1; 1,2; 1,6; 2; 2,5; 3–6<br>Н-2: 8; 10; 12; 16; 20; 25 | — |
| Угольники поверочные 90° по ГОСТ 3749 | Контроль угловых размеров. Выпускаются трех классов точности: 0; 1 и 2 | Размеры сторон: 60×40; 100×60; 160×100; 250×160; 400×250; 630×400; 1000×630; 1600×1000 | — |
| Призмы поверочные и разметочные по действующим ТНПА | Контроль отклонения формы и взаимного расположения рабочих поверхностей деталей. Выпускаются:<br>трех классов точности: 0; 1 и 2<br>трех типов: I и III — стальные, II — чугунные | Диаметры устанавливаемых валов:<br>тип I: 3–15; 5–30; 8–70; 12–110<br>тип II: 8–80; 12–135; 20–160; 32-300<br>тип III: 20–160; 32–300 | — |

**Продолжение таблицы Е.1**

| Измерительный инструмент и приборы, обозначение стандарта | Назначение и краткая характеристика | Пределы измерения | Цена деления |
|---|---|---|---|
| Линейки поверочные по ГОСТ 8026 | Проверка неплоскостности и неровности поверхностей. Выпускаются семи типов и трех классов точности: 0; 1 и 2 | Размеры линейки типа ЛД: 80×22×6; 125×22×6; 200×30×8; 320×40×8 | — |
| Меры длины концевые плоскопараллельные по ГОСТ 9038 | Измерение ширины шпоночных пазов и впадин зубьев, кольцевых выточек канавок. Выпускаются четырех классов точности: 0; 1; 2 и 3 — в виде наборов и отдельных концевых мер | Набор № 2 (38 мер): 1,005; от 1 до 1,1 включ. “ 1,2 “ 2 “ “ 3 “ 10 “ “ 20 “ 100 “ | — |
| Образцы шероховатости поверхности (сравнение) по ГОСТ 9378 | Оценка шероховатости поверхности методом сравнения | Размеры (длина и ширина образцов): 30×20 | — |
| Лупы по ГОСТ 25706 | Оценка качества сварных швов и выявление их дефектов | 8×–10×; 15× | — |
| Плиты поверочные и разметочные по ГОСТ 10905 | Проверка неплоскостности и неровности поверхностей и разметочные работы. Выпускаются пяти классов точности: 00; 0; 1; 2 и 3 | Размеры плит: 160×160; 250×250; 400×250; 400×400; 630×400; 630×630; 1000×630; 1000×1000; 1600×1000; 2000×1000 | — |
| Стойки и штативы для измерительных головок по ГОСТ 10197 | Крепление измерительных головок. Выпускаются следующих типов: С-II<br>С-III<br><br>Ш-I<br>Ш-IIН<br>Ш-IIВ<br>Ш-III | Высота до измерительной головки и ее вылет:<br>0–160; 75<br>0–100; 55<br>Высота колонки и вылет головки:<br>250; 200<br>250; 200<br>630; 500<br>200; 160 | 0,001–0,005<br>0,001–0,010<br><br>0,002–0,005<br>0,01<br>0,01<br>0,01 |
| Ультразвуковые дефектоскопы типов: УЗД-75, ЛУЧ-МегаСкан, УД-70 по действующим ТНПА | Выявление внутренних дефектов | Контролируемые толщины: 4–2000 | Предельная чувствительность — 1 мм$^2$ на глубине 100 мм |
| Рентгеновские аппараты типов: МИРА-2Д, МИРА-3Д, РАПС-1М по действующим ТНПА | Выявление внутренних дефектов | Контролируемые толщины: 1–50 мм (определяются маркой аппарата) | Относительная чувствительность — 0,5 %–5 % от толщины |

**Окончание таблицы Е.1**

| Измерительный инструмент и приборы, обозначение стандарта | Назначение и краткая характеристика | Пределы измерения | Цена деления |
|---|---|---|---|
| Аппараты магнито-порошкового контроля типов: ПМД-70, МД-50П по действующим ТНПА | Выявление поверхностных и подповерхностных дефектов на глубине до 5 мм | — | Максимальный уровень чувствительности — 2,5 мкм (ширина раскрытия дефекта) |
| Капиллярная дефектоскопия:<br>зарядный стенд типа КД-40ЛЦ<br>дефектоскопы типов: ЛД-4, ЛДА-3<br>наборы типов: ДМК-4, К-М<br>по действующим ТНПА | Выявление поверхностных дефектов | — | Максимальный уровень чувствительности — до 1 мм (ширина раскрытия дефекта) |
| *Примечание* — Знак «×» обозначает увеличение лупы. | | | |

## Приложение Ж
(рекомендуемое)

## Способы восстановления составных частей механизмов

**Ж.1** Правильное назначение способа восстановления сборочных единиц и деталей обеспечивает возможность проведения качественного ремонта крана в целом.

Выбор рационального способа восстановления зависит от нескольких критериев и конкретно решается в каждом отдельном случае.

При назначении способа восстановления детали или сборочной единицы следует учитывать:

— величины износов;

— условия работы сборочной единицы или детали;

— требования к восстанавливаемой рабочей поверхности;

— технологичность избираемого способа восстановления, его трудоемкость и энергоемкость.

Таким образом, при назначении способа восстановления необходимо анализировать в совокупности все перечисленные критерии. Ниже приводятся рекомендации по выбору способов восстановления и целесообразность их применения, исходя из условий геометрической формы и размеров, материала и термообработки, требований к точности изготовления, характера сопряжения и нагрузки, характера и величины износа.

**Ж.2** Способы восстановления деталей типа тел вращения приведены в таблице Ж.1.

**Таблица Ж.1 — Восстановление деталей типа тел вращения**

| Наименование детали и мест износа | Способ восстановления при износе на сторону, мм | | |
|---|---|---|---|
| | до 0,5 | от 0,5 до 2,0 включ. | св. 2,0 |
| Валы ступенчатые с наличием пазов (шлицев), шестерен, конических, резьбовых и других поверхностей | Хромирование<br>Электродуговая полуавтоматическая наплавка в среде $CO_2$<br>Вибродуговая наплавка<br>Наплавка под слоем флюса | Не встречаются | |
| Крупногабаритные оси, шкворни и т. п. | Хромирование<br>Электродуговая полуавтоматическая наплавка в среде $CO_2$ | Наплавка под слоем флюса | |
| Простейшие цилиндрические детали (палец, ось) | Хромирование<br>Вибродуговая наплавка<br>Электроконтактная наплавка | Вибродуговая наплавка | |
| Цилиндрические детали, работающие под давлением | Хромирование | Вибродуговая наплавка | Не встречаются |
| Ходовые колеса — износ дорожки катания и реборд | — | Вибродуговая наплавка | Электродуговая наплавка под слоем флюса |
| Стальные блоки, тормозные шкивы | — | Электродуговая наплавка под слоем флюса<br>Электродуговая полуавтоматическая наплавка в среде $CO_2$ | |

**Ж.3 Восстановление шпоночных пазов**

**Ж.3.1** При износе (смятии) шпоночного паза вала и сопряженного отверстия в допустимых пределах, пазы зачищаются и подгоняется новая шпонка для обеспечения требуемых посадок.

**Ж.3.2** При износе шпоночного паза более допустимого:

а) пазы обрабатываются под шпонку большего сечения;

б) обрабатывается новый паз под углом 90°–120° к изношенному. Необходимость заварки изношенного паза должна обосновываться прочностным расчетом вала.

**Ж.4 Восстановление корпусов механизмов**

Посадочные поверхности отверстий корпусов восстанавливаются одним из следующих способов:

а) установкой переходной втулки, если увеличению посадочного отверстия на 6–10 мм (меньшее значение — для отверстий диаметром до 100 мм) не препятствует конструкция фланца (ступицы);

б) электродуговой наплавкой с последующей обработкой поверхности отверстия (для стальных корпусов, при диаметре изношенного отверстия более 50 мм и длине менее диаметра);

в) хромированием при износах до 0,5 мм на сторону;

г) обработкой отверстия под увеличенный хромированием наружный диаметр подшипника качения.

Восстановление посадочных поверхностей корпусных конструкций и трещин методами сварки и наплавки приведено в разделе 9.

**Ж.5 Восстановление резьбовых отверстий**

**Ж.5.1** Восстановление резьбового отверстия методом ремонтных размеров (перенарезка всех отверстий резьбой следующего номинала) следует допускать как исключение.

**Ж.5.2** Восстановление резьбы до номинального размера может производиться заваркой резьбового отверстия с последующим рассверливанием и нарезанием резьбы. При этом следует учитывать, что наиболее качественное восстановление резьбы получается в деталях, изготовленных из стали хорошей и удовлетворительной свариваемости (с содержанием углерода до 0,30 %, а хрома, никеля, марганца, кремния — менее 2 % в сумме).

Заварка резьбовых отверстий малого диаметра (М6, М8) и большой глубины (более 15–20 мм) без предварительного рассверливания затруднена. Заварка возможна для резьбовых отверстий диаметром от 16 до 22 мм.

**Ж.5.3** Восстановление резьбы в деталях из чугуна, а также в стальных деталях с диаметром более 22 мм производится способом постановки ввертыша. При этом диаметр резьбового ввертыша должен составлять 1,5 наружного диаметра резьбы детали, а расстояние от края детали до наружного диаметра резьбы ввертыша должно составлять не менее половины диаметра ввертыша. Этот метод применим для отверстий, имеющих глубину более 20 мм.

**Ж.5.4** Допускается обработка нового резьбового отверстия путем смещения его по отношению к дефектному в том случае, когда данный способ не приводит к существенным доработкам сопрягаемых деталей.

**Ж.6 Восстановление работоспособности шариковых и однорядных роликовых поворотных опор**

Опора разбирается с целью очистки и проверки состояния тел и дорожек качения в том случае, если осевой люфт подвижной обоймы относительно неподвижной превышает допустимый (0,004Д, где Д — диаметр опоры). Уменьшение осевого люфта производится обработкой нижней привалочной поверхности верхнего кольца. При необходимости заменяется, как правило, весь комплект тел качения.

## Приложение К
(обязательное)

## Организация контроля качества сварки в ремонтном производстве

Организация контроля качества сварки должна включать:

— организацию сварочных работ при ремонте, в том числе квалификацию технологии сварки;

— контроль за состоянием оборудования и применяемых материалов;

— операционный контроль;

— контроль качества сварных соединений.

Руководство работами по сборке, сварке и контролю качества сварных соединений должно быть возложено на специалистов, прошедших аттестацию в соответствии с СТБ 1063, СТБ 1355 и проверку знаний согласно [1] и в объеме действующих ТНПА.

### К.1 Организация сварочных работ на ремонтном производстве

**К.1.1** Организация, производящая ремонт грузоподъемных кранов с применением сварки, должна иметь технические условия на ремонт, содержащие указания о применяемых металлах, присадочных и наплавочных материалах, способах контроля качества сварки, о нормах браковки сварных соединений и порядке приемки узлов и готовых изделий, а также о порядке оформления документации.

**К.1.2** Сварочные работы при ремонте должны выполняться по технологическим документам, разработанным организацией-изготовителем или специализированной организацией в соответствии с действующими ТНПА.

**К.1.3** Сварка несущих и расчетных металлоконструкций грузоподъемных машин и контроль качества сварных соединений должны выполняться в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса и [4].

**К.1.4** К сварочным работам при ремонте грузоподъемных кранов допускаются сварщики в соответствии с требованиями [1].

**К.1.5** На предприятии должна быть предусмотрена система контроля за своевременным подтверждением практических навыков сварщиками.

**К.1.6** Руководители службы сварочного производства и ОТК обязаны следить за тем, чтобы сварку металлоконструкций грузоподъемных машин производили только сварщики, аттестованные на производство сварки грузоподъемных машин при заданном способе и положении сварных швов, а также на данные марки стали.

**К.1.7** Руководитель службы (лаборатории) неразрушающего контроля должен следить за тем, чтобы специалисты, контролирующие качество сварных соединений, были аттестованы на применяемые при ремонте кранов методы контроля в соответствии с действующими ТНПА.

### К.2 Контроль оборудования и применяемых материалов

**К.2.1** Проверку состояния оборудования, приборов и инструмента, используемых при контроле качества сварки, следует производить периодически по графику, составленному в соответствии с указаниями по эксплуатации, записанными в паспортах или инструкциях на применяемое оборудование. При этом контролю подлежат параметры, предусмотренные указанной документацией.

**К.2.2** Метрологическое обеспечение оборудования, приборов и инструмента следует осуществлять в соответствии с требованиями СТБ 8004 и СТБ 8006.

**К.2.3** При производстве ремонта сварных металлоконструкций должны использоваться те же материалы, что и при изготовлении новых машин. Весь металлопрокат и присадочные материалы должны соответствовать требованиям [4].

**К.2.4** При поступлении баллонов с газом, используемых для производства сварки, проверка соответствия газа ТНПА производится по прикрепленным к вентилям баллонов этикеткам и по соответствию окраски баллонов цвету нанесенных на них надписей и цвету отличительных полос согласно ГОСТ 949.

**К.2.5** Дефектоскопические материалы, используемые для контроля сварных соединений, перед их использованием должны быть проконтролированы:

— на наличие сертификата (или заменяющего его документа), с проверкой полноты приведенных в нем данных и их соответствия требованиям ТНПА (технических условий) на данный дефектоскопический материал;

— на наличие на каждом упаковочном месте (пачке, коробке, емкости и др.) этикетки (надписи), с проверкой полноты приведенных в ней данных и их соответствия требованиям ТНПА (технических условий) на данный материал;

— на отсутствие повреждений и(или) порчи упаковки или самого материала.

**К.2.6** Дефектоскопические материалы следует использовать только в пределах установленного срока годности.

### К.3 Операционный контроль

**К.3.1** Операционный контроль следует проводить до и в процессе сварки с целью проверки подготовленности материалов и деталей под сварку и пооперационной проверки соответствия выполняемых работ технологическому процессу. Особо следует контролировать выполненные сварные соединения, которые после завершения всех сварочных работ оказываются внутри замкнутых коробчатых конструкций и которые не могут быть проконтролированы в готовом изделии.

**К.3.2** В собираемых и собранных под сварку деталях (сборочных единицах) должны быть проконтролированы:

— состояние поверхностей, подлежащих сварке, кромок и примыкающих к ним поверхностей свариваемого металла;

— положение подкладной технологической пластинки (подкладного кольца) относительно стыкуемых кромок;

— величина зазора между стыкуемыми кромками;

— скосы кромок и углы разделки;

— смещение кромок соединяемых деталей;

— угол взаимного расположения деталей в угловых и тавровых соединениях;

— качество выполнения зачистки прихваток, а также их расположение и размеры.

**К.3.3** Свариваемые кромки и примыкающие к ним поверхности свариваемого металла на ширину не менее 20 мм должны быть очищены от окалины, ржавчины, влаги, масел и других загрязнений. Не допускаются к сборке элементы с трещинами, надрывами и расслоениями, литые детали с обнаруженными внутренними дефектами (шлаковыми включениями, газовыми порами и т. д.).

**К.3.4** При сборке должна быть обеспечена точность соединений в пределах размеров и допусков, установленных стандартами на основные типы и размеры конструктивных элементов швов согласно 9.5.5.

**К.3.5** Прихватки должны размещаться в местах расположения сварных швов. Сечение (катет) прихваток должно составлять 0,7 сечения будущего шва, но не более 6 мм с тем, чтобы при последующей сварке прихватки были переплавлены.

**К.3.6** Прихватки, имеющие дефекты, должны быть удалены механическим способом и выполнены заново.

**К.3.7** Контроль температуры предварительного подогрева (в случае его необходимости) осуществляют термоэлектрическими термометрами, термоиндикаторными карандашами, термокрасками. Измерять температуру подогрева следует на расстоянии (50±10) мм от подлежащих сварке кромок.

**К.3.8** При низких температурах перед началом сварки необходимо проверить соответствие температуры окружающего воздуха требованиям технических условий на ремонт.

**К.3.9** В процессе самой сварки операционному контролю подлежат:

— порядок наложения швов большой протяженности и многослойных швов; правильность применения присадочных материалов;

— внешний вид и параметры сварных швов, которые по окончании сварочных работ будут недоступны для осмотра.

Применяемые присадочные материалы должны соответствовать [5].

Порядок наложения швов большой протяженности (в том числе и многослойных швов) — согласно требованиям настоящего технического кодекса и СТБ 1016.

Внешний осмотр и измерения параметров следует производить методами, изложенными в К.4.1.

### К.4 Контроль качества сварных соединений

Контроль качества сварных соединений следует осуществлять:

— внешним осмотром и измерениями сварного шва;

— методами неразрушающего контроля;

— разрушающими методами.

**К.4.1** Внешний осмотр и измерения производятся в соответствии с СТБ 1133.

**К.4.1.1** Внешнему осмотру и измерениям подлежат 100 % всех сварных соединений с целью выявления в них следующих возможных наружных дефектов:

— излома осей соединяемых элементов;

— смещения кромок соединяемых элементов;

— отступлений размеров и формы швов от рабочих и ремонтных чертежей (по высоте, катету и ширине шва, по равномерности усиления и т. п.);

— трещин всех видов и направлений;

— наплывов, подрезов, прожогов, незаваренных кратеров, непроваров, наличия пор и раковин.

**К.4.1.2** Контроль следует производить с наружной и внутренней стороны сварного соединения. В случае недоступности для контроля внутренней поверхности сварного шва, осмотр осуществляют только с наружной стороны.

**К.4.1.3** Внешнему осмотру подлежат как сварной шов, так и зона прилегающего к нему основного металла шириной не менее 20 мм в обе стороны от границ шва. Поверхности сварного шва и подлежащие контролю зоны основного металла должны быть сухими и зачищенными от шлака, брызг, окалины и других загрязнений.

**К.4.1.4** Внешний осмотр производят невооруженным глазом или с помощью лупы 2–10-кратного увеличения с обязательным применением, при необходимости, переносного источника света.

**К.4.1.5** При проверке размеров сечения у стыковых и угловых швов, сваренных с разделкой кромок, замеряют ширину, высоту и величину усиления шва с обратной стороны; в угловых швах, сваренных без разделки кромок, — катет шва.

**К.4.1.6** При контроле точности выполнения сварных швов следует пользоваться измерительным инструментом (линейками, штангенциркулями), универсальными и специальными шаблонами в соответствии с СТБ 1133.

**К.4.1.7** Погрешность измерений при измерительном контроле не должна превышать указанную в таблице К.1, если в конструкторской документации не предусмотрены более жесткие требования.

**Таблица К.1 — Основная абсолютная погрешность измерений при измерительном контроле сварных швов**

В миллиметрах

| Диапазон измеряемой величины | Основная абсолютная погрешность измерений |
|---|---|
| До 1,0 включ. | ±0,1 |
| Св. 1,0 “ 2,0 “ | ±0,2 |
| “ 2,0 “ 4,0 “ | ±0,4 |
| “ 4,0 “ 6,0 “ | ±0,5 |
| “ 6,0 “ 10,0 “ | ±0,8 |
| “ 10,0 | ±1,0 |

**К.4.1.8** Для измерительного контроля следует применять приборы и инструмент, класс точности которых обеспечивает надежное определение измеряемых величин с погрешностью не более указанной в таблице К.1 или в конструкторской документации.

**К.4.1.9** Измерительный инструмент и приборы должны периодически (а также после ремонта) проходить поверку в метрологических службах в сроки, установленные в ТНПА на соответствующие приборы и инструмент.

Измерительный инструмент, изготовленный ремонтным предприятием для собственных нужд, должен быть аттестован государственной метрологической службой и подлежать периодической поверке согласно СТБ 8001.

**К.4.1.10** При измерениях следует использовать измерительный инструмент и приборы, рекомендованные в таблице Е.1, а также другие приборы и инструмент, предусмотренные конструкторской документацией для выполнения ремонта, в том числе наборы шаблонов и щупов соответствующей конструкции для контроля формы и размеров сварных швов, аттестованные государственной метрологической службой.

**К.4.1.11** Допускается применение зеркал, перископов, волоконных световодов и телекамер, при условии обеспечения выявления дефектов, а также изготовление слепка, снятого с контролируемого участка шва, из отвердевающей на холоде пластмассы, глины и других пластичных материалов.

**К.4.1.12** Качество сварных соединений должно соответствовать требованиям таблицы К.2.

**Таблица К.2 — Нормы допустимых поверхностных дефектов, выявляемых внешним осмотром и измерениями**

| Дефекты | Нормы допустимых поверхностных дефектов при категории шва сварного соединения по [4] | |
|---|---|---|
| | 1 | 2 или 3 |
| Трещины всех видов и направлений, прожоги, свищи, незаваренные кратеры, наплывы, поры в виде сплошной сетки | Не допускаются | |
| Смещение сваренных кромок, занижения размеров сечения | Должны соответствовать стандартам на типы и размеры сварных швов | |
| Поры | Диаметром не более 1 мм для толщины до 25 мм включ. и не более 1,5 мм для толщины более 25 мм. Расстояние между дефектами должно быть не менее трех диаметров меньшего из дефектов | Диаметром не более 1,5 мм для толщины до 25 мм включ. и не более 2,5 мм для толщины более 25 мм. Расстояние между дефектами должно быть не менее трех диаметров меньшего из дефектов |
| Подрезы поперек усилий | Не допускаются | Глубиной до 0,5 мм для толщины до 20 мм включ. и глубиной до 3 % от толщины, но не более 1 мм для толщины более 20 мм |
| Подрезы вдоль усилий | Глубиной до 0,5 мм для толщины до 20 мм включ. и глубиной до 3 % от толщины, но не более 1 мм для толщины более 20 мм | Глубиной до 1,0 мм для толщины до 20 мм включ. и глубиной до 5 % от толщины, но не более 1,5 мм для толщины более 20 мм |
| *Примечание* — Подрезы в соединениях из стали с пределом текучести более 450 МПа не допускаются. | | |

**К.4.1.13** При обнаружении недопустимых дефектов в сварных швах дефектные швы (дефектные участки) должны быть исправлены и повторно проконтролированы в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса.

**К.4.2 Неразрушающий контроль**

**К.4.2.1** В ремонтном производстве могут быть использованы следующие методы неразрушающего контроля:

а) в качестве основных:

1) ультразвуковой;

2) рентгенографический;

б) в качестве дополнительных:

1) магнитопорошковый;

2) капиллярный и другие методы, имеющиеся в распоряжении ремонтного предприятия.

**К.4.2.2** Дополнительные методы неразрушающего контроля применяются для предварительного выявления мест, подлежащих обязательной проверке одним из основных методов неразрушающего контроля.

**К.4.2.3** Ультразвуковой (УЗК), радиографический (РГК) и вихретоковый (ВК) контроль сварных соединений следует проводить соответственно по ГОСТ 14782, СТБ 1428 и СТБ ЕН 1711.

Неразрушающий контроль сварных соединений должен выполняться дефектоскопистами не ниже второго уровня квалификации, аттестованными по СТБ ЕН 473.

**К.4.2.4** Результаты контроля должны быть оформлены заключениями, протоколами и зафиксированы документально в журналах, картах, формулярах.

**К.4.2.5** Используемые основные методы и минимальные объемы контроля сварных швов при ремонте металлоконструкций из сталей с пределом текучести не более 450 МПа приведены в таблице К.3.

**Таблица К.3 — Методы и минимальные объемы контроля сварных соединений**

| Категория и типы швов по таблице 8 [4] | Методы контроля | Объем контроля (по количеству участков швов), % | Длина (минимальная) контролируемых участков |
|---|---|---|---|
| 1; 2; 3 | Внешний осмотр и измерения | 100 | 100 % |
| 1.1 и 1.6 | УЗК или РГК | 100 | 100 % |
| 1.2 | УЗК или РГК | 50 | 50 % |
| 1.3 | УЗК | 50 | 25 % |
| 1.4 | УЗК или РГК (контроль стыковых швов)<br>УЗК (контроль угловых швов) | 25 | 100 мм |
| 1.5 | УЗК и РГК (контроль стыковых швов)<br>Угловые швы (внешний осмотр) | 25 | 50 % |
| 1.7 | УЗК | 100 | 100 мм в каждую сторону |
| 2.1 | УЗК | 25 | 25 % |
| 2.2 | УЗК или РГК (контроль стыковых швов)<br>Угловые швы (внешний осмотр) | 25 | 50 % |
| 2.3 | УЗК или РГК | 25 | 50 % |
| 2.4 | УЗК | 25 | 100 мм |
| 2.5 | УЗК и РГК (контроль стыковых швов)<br>УЗК (контроль стыковых и угловых швов) | 25 | 25 % |
| 2.6 | УЗК | 25 | 25 % |
| 3 | УЗК или РГК | 10 | 25 % |

**К.4.2.6** В случае обнаружения недопустимых дефектов при выборочном (по длине) контроле согласно таблице К.3 сварные соединения необходимо проконтролировать по всей длине, а объем контроля для сварных соединений категорий швов 1 и 2 следует увеличить в 2 раза, для категории швов 3 — на 50 %.

При ремонте металлоконструкций из сталей с $\sigma_т > 450$ МПа в качестве неразрушающего применяют УЗК (для всех соединений, кроме нахлесточных) и магнитопорошковый (для всех соединений) контроль по всей длине швов. Допускается замена магнитопорошкового контроля на капиллярный.

**К.4.2.7** Отбор участков сварных швов, подлежащих выборочному контролю, если нет других указаний в технической документации, следует производить из числа наиболее трудно выполнимых участков и с выявленными дефектами по результатам внешнего осмотра. При этом обязательному контролю подлежат участки в начале и в конце сварных швов.

**К.4.2.8** В случае обнаружения недопустимых дефектов они должны быть устранены, после чего следует провести повторный контроль.

**К.4.2.9** Магнитопорошковый и капиллярный контроль сварных соединений производят в соответствии с ГОСТ 21105 и СТБ 1172.

**К.4.2.10** Нормы оценки качества при магнитопорошковом методе должны соответствовать нормам для внешнего осмотра (см. таблицу К.2). Фактические размеры выявленных дефектов оценивают после удаления порошка или эмульсии.

**К.4.2.11** При капиллярном контроле качество сварных соединений считается удовлетворительным, если не обнаружены удлиненные и неодиночные индикаторные следы. Количество одиночных округлых индикаторных следов не должно превышать значений, указанных в таблице К.2 для

одиночных включений, а наибольший размер каждого индикаторного следа не должен превышать трехкратных значений этих норм.

**К.4.3 Разрушающий контроль**

**К.4.3.1** Методы разрушающего контроля используются для периодического контроля качества сварки, выполненной сварщиками, принимающими участие в ремонте, и (при необходимости) для проверки качества сварных соединений при изменении технологии и для контроля применяемых материалов, а также для изучения дефектов, обнаруженных другими методами контроля.

Проверку следует выполнять на контрольных образцах, сваренных в нижнем положении. Допускается проводить проверку механических свойств на образцах, вырезанных непосредственно из несущих металлоконструкций.

**К.4.3.2** Режимы сварки образцов должны приниматься по принятой на предприятии технологии.

**К.4.3.3** При разрушающем контроле проводятся: проверка механических свойств, включающая испытания на разрыв, испытания на изгиб, испытания на ударную вязкость, и металлографические исследования.

**К.4.3.4** Контрольные образцы, подлежащие разрушающему контролю, предварительно должны быть проверены сплошным внешним осмотром и ультразвуковым или радиографическим методом.

**К.4.3.5** Минимальное количество образцов по ГОСТ 6996 для каждого вида механических испытаний должно составлять:

— для испытаний на разрыв — два образца;

— для испытаний на статический изгиб — два образца;

— для испытаний на ударную вязкость — три образца.

**К.4.3.6** Образцы для механических испытаний следует изготавливать по ГОСТ 6996 и ГОСТ 9454. Заготовки для образцов необходимо вырезать механическим способом или газовой резкой (не изменяющей структуру металла), с припуском не менее 4 мм на последующую чистовую механическую обработку.

**К.4.3.7** Испытания проводят по ГОСТ 1497, ГОСТ 6996 и ГОСТ 9454.

**К.4.3.8** Результаты механических испытаний образцов считаются удовлетворительными, если:

— временное сопротивление и предел текучести металла сварного шва — не ниже нижнего предельного показателя временного сопротивления металла, установленного для данной марки стали стандартами или техническими условиями;

— угол изгиба для углеродистых сталей — не менее 120°, для низколегированных при толщине элемента до 20 мм — не менее 80°, более 20 мм — не менее 60°, в соответствии с требованиями [4];

— ударная вязкость металла шва при нижней температуре эксплуатации — не ниже 29 Дж/см$^2$ в соответствии с требованиями [4].

**К.4.3.9** При неудовлетворительных результатах какого-либо вида механических испытаний допускается проведение повторных испытаний на удвоенном количестве образцов.

**К.4.3.10** При неудовлетворительных результатах механических испытаний образцов должны быть выявлены и устранены причины низкого качества сварки и вновь проведены испытания. В случае неудовлетворительных результатов повторных испытаний должны быть приняты меры по предотвращению брака.

**К.4.3.11** Металлографические исследования выполняются по указаниям технологической документации или службы технического контроля. Основанием для проведения металлографических исследований могут служить, например: сварка с нарушением технологического процесса; внесение изменений в технологический процесс (замена сталей, присадочных и наплавочных материалов, изменение режимов сварки и термообработки и т. п.); необходимость уточнения видов и типов дефектов, выявленных другими методами контроля.

**К.4.3.12** Металлографическим исследованиям подлежат контрольные образцы, выполненные в условиях производства, полностью отвечающих требованиям настоящего технического кодекса.

**К.4.3.13** Металлографическими исследованиями контролируют: изломы (стыковые швы) или шлифы (стыковые и угловые швы), полученные из предварительно вырезанных контрольных образцов. Контроль — по ГОСТ 10243.

**К.4.3.14** Осмотр контролируемых поверхностей производят лупой от 2- до 10-кратного увеличения (для выявления микротрещин). Качество сварного соединения считают неудовлетворительным, если обнаружены дефекты, превышающие нормы, приведенные в ГОСТ 10243.

**К.4.3.15** При получении неудовлетворительных результатов металлографических исследований анализируют причины низкого качества сварных соединений и принимают меры по их устранению, после чего производят повторный контроль.

## Приложение Л
(обязательное)

## Форма
## акта технического освидетельствования крана

ИСПОЛНИТЕЛЬ
Сдал:

ЗАКАЗЧИК
Принял:

Утверждаю
_____
наименование предприятия
Главный инженер_____
«_____»_____20___ г.

## АКТ
## технического освидетельствования

крана _____

№_____, принадлежащего _____
модель владелец крана

Кран _____ по акту №_____ был сдан в ремонт по причине

_____

Ремонт выполнен организацией _____
наименование организации, имеющей лицензию №

При дефектации крана установлено: _____

При ремонте крана выполнены работы: _____

_____

Ремонт узлов металлоконструкций выполнялся: _____

_____
какие узлы, по какой ремонтной документации, кто выполнял сварные работы, № удостоверения,

_____
ремонтные материалы

Качество выполненных работ проверялось посредством_____

_____

ОТК контролировало качество ремонта на стадиях _____

_____

Техническое состояние и комплектность соответствуют _____

_____
обозначение технической документации

Изделие (кран, узел) было испытано:
на стенде _____
условия испытаний

на кране _____
условия испытаний, груз-вылет, статические и динамические испытания

_____

_____

Приборы безопасности проверены _____

_____

условия испытаний

**Заключение:**

Изделие (кран, узел) принято годным к эксплуатации при условиях, соответствующих паспортным данным крана.

Представители служб _____

должность, инициалы, фамилия, подпись

Технический контроль _____

должность, инициалы, фамилия, подпись

## Приложение М
(обязательное)

## Форма акта сдачи-приемки изделия из ремонта

**АКТ №**
**сдачи-приемки из ремонта**

крана _____ модель _____, № _____

город _____ «_____» _____20_____г.

Настоящий акт составлен представителем ЗАКАЗЧИКА (владельца крана), в лице_____

_____

и представителем ИСПОЛНИТЕЛЯ (ремонтной организации), в лице _____

_____,

выполняющего ремонтные работы крана и его узлов на основании договора №_____

в том, что ИСПОЛНИТЕЛЬ сдал из ремонта, а ЗАКАЗЧИК принял кран, узел (механизм, прибор и т. п.)

_____

тип, №

Техническое состояние_____

наименование крана, узла

соответствует _____

обозначение технической документации

Узел проверен на стенде_____

_____

результаты, возможна ссылка на протокол, который прилагается

Узел испытан на кране_____

_____

результаты, возможна ссылка на протокол, который прилагается

_____

**Заключение:**

Кран, узел _____

признан годным к эксплуатации.

ИСПОЛНИТЕЛЬ несет гарантийные обязательства в течение _____

| | |
|---|---|
| ИСПОЛНИТЕЛЬ | ЗАКАЗЧИК |
| Сдал: | Принял: |
| м/п подпись | м/п подпись |

## Библиография


[1] Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов

Утверждены постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 3 декабря 2004 г. № 45.

[2] РД-10-43-2001 Методические указания по проведению технического диагностирования грузоподъемных кранов с истекшим сроком службы. Общие требования к периодичности и видам работ

Утверждены постановлением Комитета по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и атомной энергетике при Министерстве по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 2 апреля 2001 г. № 8.

[3] Правила аттестации сварщиков Республики Беларусь по ручной, механизированной и автоматизированной сварке плавлением

Утверждены Государственным комитетом Республики Беларусь по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и атомной энергетике 27 июня 1994 г.

[4] Руководящий нормативный документ
РД 22-207-88 Машины грузоподъемные. Общие требования и нормы на изготовление

Утвержден генеральным директором ВНИИстройдормаш д. т. н. Э. Н. Кузиным 16 июня 1988 г.

[5] Руководящий нормативный документ
РД 22-16-96 Машины грузоподъемные. Выбор материалов для изготовления, ремонта и реконструкции сварных стальных конструкций

Утвержден заместителем директора СКТБ башенного машиностроения Л. А. Невзоровым. Введен 12 января 1996 г.

[6] Методические рекомендации по проведению технического диагностирования грузоподъемных кранов с истекшим сроком службы. г. Минск, Инженерный центр БОИМ, 2006 г.

Утверждены приказом Департамента по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и атомной энергетике Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (Проматомнадзор) от 30 декабря 2005 г., протокол № 145.

[7] Правила устройства электроустановок
ПУЭ (6 изд.) — М.: Энергоатомиздат, 1986 г., 640 с.

Утверждены Минэнерго СССР. Действие Правил в энергетике Республики Беларусь подтверждено письмом Белэнерго № 31/54 от 2 июня 1999 г.

[8] Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей

Утверждены Главгосэнергонадзором Минэнерго СССР 21 декабря 1984 г. Действие Правил в Республике Беларусь подтверждено информационным письмом Управлением государственного энергетического надзора Белорусского государственного энергетического концерна «Белэнерго» от 27 июля 2004 г. № 252.

[9] Правила охраны труда на автомобильном транспорте

Утверждены постановлением Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 1 марта 2002 г. № 20.

[10] Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей

Утверждены Главгосэнергонадзором Минэнерго СССР 21 декабря 1984 г. Действие Правил в Республике Беларусь подтверждено информационным письмом Управления государственного энергетического надзора Белорусского государственного энергетического концерна «Белэнерго» от 27 июля 2004 г. № 09/252.

[11] Правила пожарной безопасности Республики Беларусь
ППБ РБ 1.01-94 Общие правила пожарной безопасности Республики Беларусь для промышленных предприятий

Утверждены приказом Главного государственного инспектора Республики Беларусь по пожарному надзору от 30 декабря 1994 г. № 29.