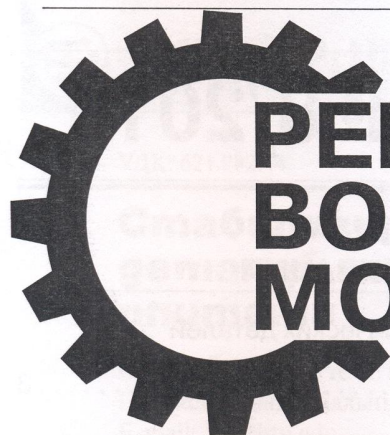




РЕМОНТ ВОССТАНОВЛЕНИЕ МОДЕРНИЗАЦИЯ

8/2019

Рекомендован ВАК для публикации материалов диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора технических наук по следующим специальностям: 05.02.04 — Трение и износ в машинах (технические науки), 05.02.08 — Технология машиностроения (технические науки), 05.02.11 — Методы контроля и диагностика в машиностроении (технические науки), 05.20.03 — Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки), 05.21.05 — Древесиноведение: технология и оборудование деревопереработки (технические науки).
Журнал вошел в Russian Science Citation Index (RSCI) на базе Web of Science.

Редакционный совет:

Клюев Владимир Владимирович — председатель редакционного совета, академик РАН

Дорохов А.С., чл.-корр. РАН
Лобачевский Я.П., чл.-корр. РАН
Мешалкин В.П., академик РАН
Приходько В.М., чл.-корр. РАН
Гаркунов Д.Н., д-р техн. наук, проф.
Гладков С.А., ген. директор ПО «САЗИ»

Dr. Eric Kochman (USA)
Музыкант Я.А., президент компании
ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ»
Русин М.Ю., д-р техн. наук, проф.,
гл. конструктор ОНПП «Технология»
Ушаков Б.К., д-р техн. наук, проф.

Главный редактор

Баурова Н.И., д-р техн. наук, проф. E-mail: nbaurova@mail.ru

Заместитель главного редактора **Кременский И.Г.**, канд. техн. наук

Редакционная коллегия

Апатенко А.С., д-р техн. наук, проф.
Артемьев Б.В., д-р техн. наук, проф.
Быков В.В., д-р техн. наук, проф.
Гладштейн В.И., д-р техн. наук, проф.
Ерофеев М.Н., д-р техн. наук, проф.
Ефимов А.Г., д-р техн. наук, чл.-корр. АЭН РФ
Ковалевский М.А., канд. экон. наук
Кононенко А.С., д-р техн. наук
Кравченко И.Н., д-р техн. наук, проф.
Кузелев Н.Р., д-р техн. наук, проф.

Мельников Э.Л., д-р техн. наук, проф.
Морозов Б.Б., нач. отдела «ОКБ Сухого»
Петрова А.П., д-р техн. наук, проф.
Слинко Д.Б., канд. техн. наук
Схиртладзе А.Г., д-р пед. наук,
канд. техн. наук, проф.
Туполев В.С., канд. техн. наук
Угрюмов С.А., д-р техн. наук, проф.
Шубочкин А.Е., д-р техн. наук, чл.-корр. АЭН РФ

Редактор Зайцева Т.Ф.

Руководители регионов

Санкт-Петербург
Чуппина С.В., д-р хим. наук, проф.
Татарстан (Казань)
Стоянов О.В., д-р техн. наук, проф.
Центрально-Черноземный регион (Орел)
Коломейченко А.В., д-р техн. наук, проф.
Якутия
Григорьев И.В., д-р техн. наук, проф.

Уральский регион (Нижний Тагил)
Коротков В.А., д-р техн. наук, проф.
Брянск
Михальченков А.М., д-р техн. наук, проф.
Пенза
Скрябин В.А., д-р техн. наук, проф.
Республика Мордовия
Сенин П.В., д-р техн. наук, проф.

При использовании материалов журнала в любой форме ссылка на журнал обязательна.
За достоверность информации и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели.

Адрес издательства:

105215, Москва, 9-я Парковая ул., д. 60.
Тел.: 8 (495) 988-98-67, факс: 8 (495) 988-98-65.
E-mail: admin@nait.ru, rvm@nait.ru, http://www.nait.ru
© ООО «Наука и технологии», 2019

● ПРАКТИКА РЕМОНТА, ВОССТАНОВЛЕНИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ

Зайдес С.А., Лэ Хонг Куанг. Стабилизированная правка цилиндрических деталей поперечной обкаткой плоскими плитами	3
Скрябин В.А. Схиртладзе А.Г. Восстановление деталей ходовых механизмов кранов, транспортирующих расплавленный металл.	10
Сливинский Е.В., Радин С.Ю. Модернизации тягово-сцепного устройства для легковесного автопоезда	16
Пенчук В.А., Белицкий Д.Г. Модернизация транспортно-технологических машин в современных условиях	20

ДИАГНОСТИКА И ПРИЧИНЫ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Сиваков В.П., Вураско А.В., Вихарев С.Н. Периодичность диагностирования оборудования при вибрационном контроле.	24
---	----

ОБЩИЕ И НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

Еренков О.Ю., Лопушанский И.Я., Яворская Е.В. Совершенствование технологии токарной обработки полимерных материалов на основе предварительного скручивания заготовки.	29
Апатенко А.С., Кравченко И.Н., Бушов Д.А. Комплектность мобильных средств ремонтно-технических воздействий при устранении отказов машин для мелиоративных работ.	34
Михальченков А.М., Будко С.И., Шустов А.Ф., Лавров В.И. Изнашивание термообработанной среднеуглеродистой лемешной стали в абразивной среде при наличии «незначительных» ударных воздействий.	39
Латыпова Г.Р., Чернов В.В., Латыпов Р.А. Технология упрочнения дисковых рабочих органов сельскохозяйственных машин электроконтактной приваркой с использованием диспергированных отходов твердых сплавов.	43
Овтов В.А., Абросимов М.Ю. Модернизация полозовидного сошника с применением компьютерного моделирования.	46

Восстановление деталей ходовых механизмов кранов, транспортирующих расплавленный металл

В.А. СКРЯБИН¹, д-р техн. наук, проф., А.Г. СХИРТЛАДЗЕ², канд. техн. наук, д-р пед. наук, проф.

¹Пензенский государственный университет, г. Пенза, 440026, РФ

²Московский государственный технологический университет «Станкин», Москва, 127055, РФ

E-mail: vs_51@list.ru

DOI: 10.31044/1684-2561-2019-0-8-10-15

Поступила в редакцию 14.01.2019

После доработки 20.03.2019

Принята к публикации 15.04.2019

Рассмотрены особенности восстановления ходовых механизмов кранов, транспортирующих расплавленный металл. Приведены различные технологии и оборудование в процессе ремонта кранов для продления срока их эксплуатации. Правильно выполненный качественный ремонт крана значительно продлевает срок его дальнейшей эксплуатации.

Ключевые слова: особенности восстановления, ходовые механизмы кранов, транспортирование расплавленного металла, продление срока эксплуатации.

Renewal features of running gears of cranes transporting molten metal have been examined. Various technologies and equipment used in the process of the crane repair to extend their service life are presented.

Keyword: feature, renewal, running gear, crane, molten metal, extension, service life.

На кранах, которые транспортируют расплавленный металл, детали подвески (грузовой крюк, ось блоков, траверса крюка и щеки) через шесть месяцев работы проверяют способом магнитной дефектоскопии. Проверку следует приурочивать к очередному ремонту. Способ магнитной дефектоскопии заключается в том, что в намагниченной детали около места дефекта возникает поле магнитного рассеивания, которое можно обнаружить посредством магнитного порошка. Для этого на намагниченную деталь наносят суспензию, в которой магнитный порошок находится во взвешенном состоянии. В зоне имеющегося дефекта под действием магнитного поля порошок и дефект становятся видимыми [1–3].

Контроль магнитной дефектоскопией перечисленных деталей выполняют в заводской лаборатории. После контроля на каждую деталь должно быть выдано письменное заключение, в котором указывается регистрационный номер крана, место его установки. В документе отмечается отсутствие дефектов и допустимость дальнейшего использования детали.

Ремонт механизма перемещения тележки включает все элементы ремонта механизма перемещения моста и состоит из разборки, осмо-

тра и отбраковки деталей, ремонта редуктора, муфт, тормозов и ходовых колес. Все эти процессы уже были рассмотрены [3, 4].

Раму тележки нужно осмотреть для определения отсутствия трещин в элементах сварных швов. Если они имеются, то необходимо разгрузить поврежденное место от действия силы веса, вырубить трещину в шве и заварить ее. Если имеются трещины в основном металле, то в зависимости от нагрузки в поврежденном месте при работе крана нужно решить вопрос о возможности ремонта — заваркой или наложением усиливающей накладки — или о замене всего элемента конструкции. Все работы выполняют по техническим условиям, которые рассмотрены при ремонте моста крана.

В клепаных конструкциях ослабленные заклепки необходимо заменить. До установки новой заклепки отверстие под нее нужно развернуть и подобрать заклепку соответствующего диаметра. Заклепки заменяют последовательно — удаляют одну изношенную заклепку и устанавливают новую и т.д. Если осуществляют полную замену элементов рамы, то удаляют все заклепки. Осмотр и ремонт тележки удобно выполнять с подвесных лесов, смонтированных для ремонта верхних блоков полиспаста.

После замены и ремонта деталей тележки выполняют общую сборку узлов тележки. Их следует монтировать на прежние места установки. При монтаже необходимо проверить взаимное расположение узлов. Нужно проверить правильность установки электродвигателей относительно редукторов. Проверку выполняют поворотом валов вручную и контролируют по установленным муфтам. При монтаже зубчатых муфт соосность валов рекомендуется проверять индикатором, укрепленным посредством рамки на полумуфте, установленной на вал электродвигателя. Все крепежные болты узлов должны быть надежно затянуты, гайки предохранены от самоотвинчивания.

Особое внимание следует уделять ремонту и проверке монтажа ограничителей наибольшей высоты подъема и перемещения тележки по мосту крана. В качестве устройств для отключения напряжения, подаваемого к электродвигателям механизмов, применяют в основном ограничители тока. Рычажные ограничители монтируют на раме тележки.

При неправильном содержании или устройстве упорной площадки, смонтированной на подвеске, могут произойти аварии из-за того, что груз ограничителя может соскользнуть с площадки, а электродвигатель механизма подъема не отключится. Подвеска при этом может дойти до упора в раму тележки. Во избежание аварийной ситуации упорную площадку следует выполнять с бортами (рис. 1).

Срок службы крановых ходовых колес в зависимости от типа крана и его загрузки составляет от 6 месяцев до 2 лет. Срок службы сорбитизированных колес — 3—8 лет. В мостовых и козловых кранах наибольшему изнашиванию подвержены поверхности катания и реборды ходовых колес и катков, гнезда ступиц катков и колес под подшипники качения. Допускаемое изнашивание поверхности катания ходовых колес и катков составляет 0,005 диаметра и во всех случаях не должно превышать 4 мм. Предельное изнашивание ходового колеса определяется в зависимости от наименьшей толщины реборды, замеренной на половине ее высоты [4—7].

Соотношения между диаметром колеса и максимальной толщиной реборды приведены в таблице.

Соотношения между диаметром колеса и максимальной толщиной реборды

Диаметр колеса, мм	160—400	500—630	700—800	900—1000	1120—1250
Максимальная толщина реборды, мм	8	10	12	14	16

Эксплуатация ходовых колес, имеющих отогнутые или частично обломанные реборды, не допускается.

Если износ поверхностей катания и реборды ходовых колес и катков превышает допустимое значение, то поверхности можно наплавлять под слоем флюса с припуском на последующую механическую обработку 2—3 мм. После обработки поверхности упрочняют наклепом. Наиболее экономично восстанавливать наплавкой ходовые колеса, масса которых составляет 150—450 кг. При наплавке необходимо:

- создать достаточно твердый и износостойкий поверхностный наплавленный слой металла;
- обеспечить плотную структуру слоя без трещин и возможности откалывания при эксплуатации;
- обеспечить минимальный слой для последующей механической обработки.

Наплавку реборды лучше выполнять при ее горизонтальном расположении. Изношенные ходовые колеса подвергают 3—5-кратному восстановлению. Ступицы ходовых колес и катков можно восстанавливать осталиванием, установкой компенсирующей втулки или другими

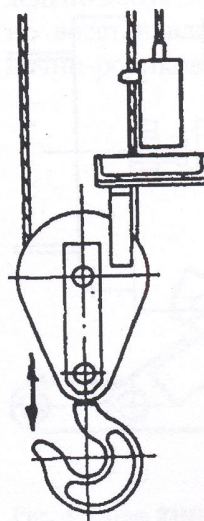


Рис. 1. Упорная площадка для груза ограничителя рычажного типа

методами, если зазор между ними и наружной обоймой подшипника в два раза больше номинального.

Изношенные крановые ходовые колеса, изготовленные из сталей марок 35, 55, 70, 65Г, можно наплавлять порошковой проволокой ПП-25Х10Г10Т или наплавочной проволокой Нп-25Х10Г10Т. В этом случае наплавленный материал имеет аустенитную структуру, однако в процессе работы ходовых колес под действием механической нагрузки аустенит превращается в мартенсит. Это увеличивает твердость металла и повышает его износостойкость.

Хромомарганцевая сталь марки 10Х10Г10Т обладает свойством самоупрочняемости при кавитационном воздействии, а также под дей-

ствием ударных нагрузок и сил трения. При нормальной температуре под воздействием указанных сил в поверхностном слое металла происходит пластическая деформация, которая вызывает упрочнение стали не только вследствие наклепа, но и в результате фазовых превращений. Процесс наплавки проволокой ПП-25Х10Г10Т должен обеспечивать получение наплавленного металла, близкого по структуре к стали марки 20Х10Г10Т в аустенитном состоянии. Твердость наплавленного слоя находится в пределах 240—280 НВ. Наплавленный металл в таком виде легко поддается механической обработке, и при эксплуатации ходовых колес в течение месяца он самоупрочняется и достигает твердости 54—56 HRC. Стойкость ходовых колес, наплавленных проволокой ПП-25Х10Г10Т, в пять—семь раз выше стойкости колес, наплавленных другими материалами, например проволокой 18ХГСА.

При изнашивании ходовых колес более, чем на 10 мм на сторону, первый слой рекомендуется наплавлять проволокой Св-0,8 диаметром 3—4 мм, следующие два—три слоя — проволокой марки ПП-25Х10Г10Т. Наплавку этой проволокой выполняют под флюсом АН-70; диаметр проволоки 3,2 мм, сила сварочного тока 260—280 А, напряжение на дуге 28—30 В, скорость наплавки 30 м/ч. После наплавки ходовые колеса охлаждают на воздухе при отсутствии сквозняков. Термической обработке ходовые колеса не подвергают.

Для наплавки используют специальные установки или модернизированные токарные станки. Установка (рис. 2) состоит из тележки 1, которая перемещается по рельсам. На тележке в двух подшипниках 8 смонтирован вал 3, на который устанавливают наплавленное ходовое колесо. Его закрепляют на неподвижном конусе 4 подвижным конусом 6, который закрепляется гайкой 7. Вал 3 через редуктор 14 с большим передаточным числом, пару текстропных шкивов 15 и 16 приводится во вращение электродвигателем 17 [5].

Для изменения числа оборотов и сохранения скорости наплавки различных по диаметру ходовых колес на шкивах 15 и 16 выполнены три разные по диаметру канавки для одного текстропного ремня. Для обеспечения подачи наплаваемого колеса по отношению к наплавоч-

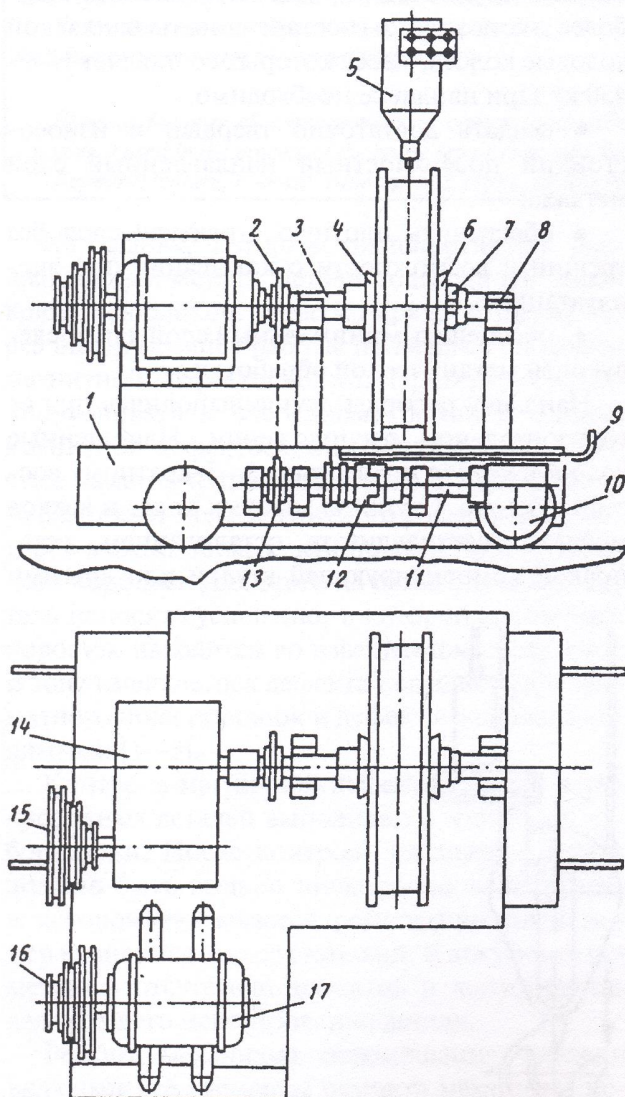


Рис. 2. Установка для наплавки ходовых колес

ной головке 5, закрепленной на кронштейне, который не связан с тележкой, тележке сообщается движение по рельсовому пути посредством механизма перемещения. Этот механизм имеет следующее устройство: на валу 3 смонтирована на шпонке звездочка 2, которая связана ролик-овой цепью со звездочкой 13 (установленной на валу 11), вращающейся в подшипниках рамы тележки. Вал 11 через кулачковую муфту 12 передает вращение на вал червячного редуктора 10, который установлен на оси ходовых колес тележки. Передаточные числа звездочек 2 и 13, а также редуктора 10 подобраны так, что за один оборот вала 3 тележка смещается на шаг наплавки, который равен 6 мм. При наплавке реборд перемещение тележки отключается выключением рычага 9 муфты 12. Изношенные ободы катков наплавляют под слоем флюса (рис. 3, а) или восстанавливают напрессовкой с последующей приваркой стального кольца (рис. 3, б) при условии, что при протачивании обода под кольцо диаметральный размер его поверхности может быть уменьшен не более чем на 10 мм.

Толщина кольца после точения обода на номинальный размер должна быть не менее 7 мм. Кольцо запрессовывают в нагретом до 350—400 °С состоянии с натягом 0,15—0,25 мм. Более производительным методом восстановления изношенной поверхности катания катков явля-

ется широкослойная наплавка с использованием дополнительного присадочного материала. В качестве электрода применяют порошковую проволоку с внутренней защитой ПП-АН125 или ПП-ТН250 диаметром 3—3,2 мм, а в качестве присадочного материала — стальную ленту 65Г или 08 сечением 1,4×55 или 2×40 мм.

Изношенные гнезда ступиц катков под подшипники восстанавливают наплавкой, оставлением или постановкой колец толщиной 3—5 мм. При незначительном изнашивании зазор между подшипником и ступицей можно устранить, если нанести слой эластомера на наружное кольцо подшипника. Трещины на ободе стальных катков, ступице, спицах и ребрах разделяют и заваривают.

Изношенные зубья звездочек цепных передач можно восстанавливать посредством заплавки пространства между зубом и шаблоном (рис. 4). Использование приспособления, которое состоит из двух медных шаблонов 1, закрепленных на коромысле 2, обеспечивает точное выдерживание профиля и шага зубьев звездочки 3 и исключает последующую механическую обработку. Храповые колеса при наличии трещины и отсутствии хотя бы одного зуба выбраковывают [4].

В процессе эксплуатации во втулочно-роликовых и пластинчатых цепях происходит одностороннее изнашивание втулок и валиков. В результате этого шаг цепи увеличивается. Допускаемое увеличение шага цепи для передач с числом зубьев большой звездочки до 26 составило 6,4%, до 140—1,1%. При достижении предельно допустимого увеличения шага цепь нужно восстанавливать. Для восстановления втулочно-роликовых цепей можно использовать

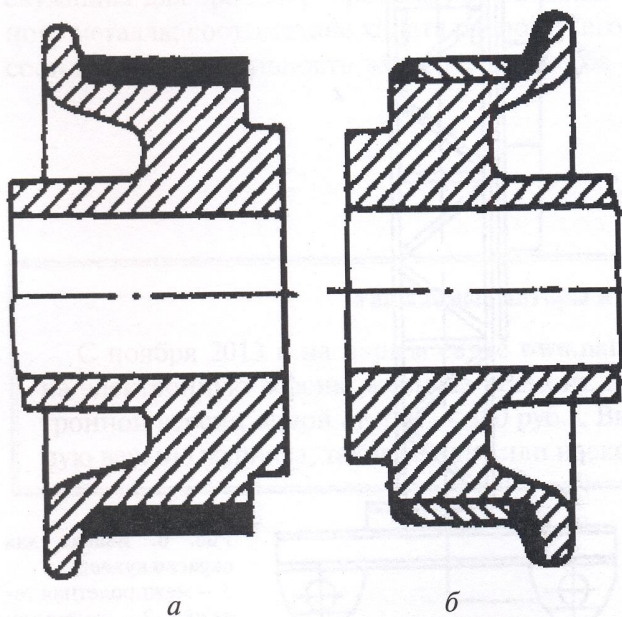


Рис. 3. Схема восстановления катка:
а — наплавкой; б — напрессовкой кольца

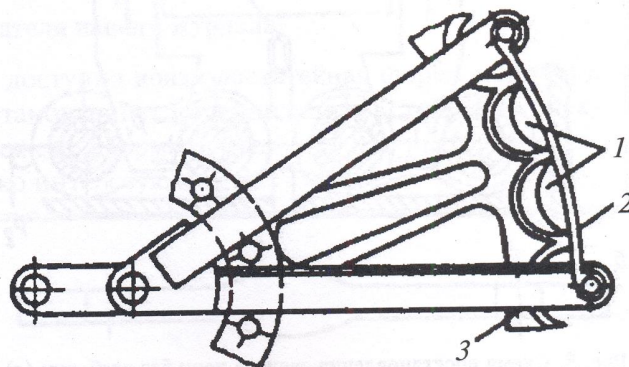


Рис. 4. Схема наплавки зубьев звездочек цепных передач

безразборный метод, который основан на пластической деформации наружных пластин цепи.

Цепи восстанавливают на специальном стенде (рис. 5), в котором пара наружных пластин посредством контура 2 установки ТВ нагревается до температуры 900—1000 °С, а далее перемещающимися под воздействием силы P клиньями 1 обжимает втулки с усилием P_1 на величину, ограничиваемую калибром — фиксатором 3. Затем цепи промывают, погружают в нагретое до температуры 60—70 °С масло. После этого цепь нужно обкатать на стенде в течение 15—20 мин при частоте вращения 250—300 мин⁻¹.

После выполнения всех ремонтных работ кран окрашивают. Окрашивание металлоконструкции осуществляют при капитальном ремонте. Перед окрашиванием металлические конструкции нужно очистить от грязи и пыли металлическими щетками. Места, на которых старая краска отслоилась или отслаивается, необходимо очистить до металлического блеска и зашпаклевать. Старую краску можно удалить 5%-ным раствором каустической соды, нагретым до температуры 75—80 °С с последующей очисткой металлическими щетками, с применением специальных растворов и паст или только проволочными щетками, наждачными кругами. Очистку можно проводить дробеструйной или гидроабразивной обработкой.

Кран следует окрашивать масляными красками при его эксплуатации в закрытом помещении. При работе крана на открытом воздухе или в цехах с большим содержанием в воздухе газов необходимо применять атмосферостой-

кие краски. Для окрашивания чаще всего используют краску желтого цвета, алюминиевую пудру с применением лака. Кабины крана окрашивают в желтый цвет с обязательным нанесением черных вертикальных полос шириной 100—200 мм по всей площади кабины. Кожухи блоков подвески нужно окрашивать в красный цвет. Краску наносят распылителем.

Определенные трудности вызывает окрашивание нижних плоскостей мостов балочной конструкции. Для этой цели можно использовать автомобильную вышку. Если исключена возможность заезда в цех и проезда по нему, то рекомендуется выполнять окрашивание с подвесных лесов. При наличии на заводе большого количества кранов можно применять специальную вышку (рис. 6). Верхняя площадка вышки при помощи окрашивающего автокрана может выдвигаться для окрашивания вертикальных стенок главных балок с их внутренних сторон. Вышку укрепляют на межпролетной широко-

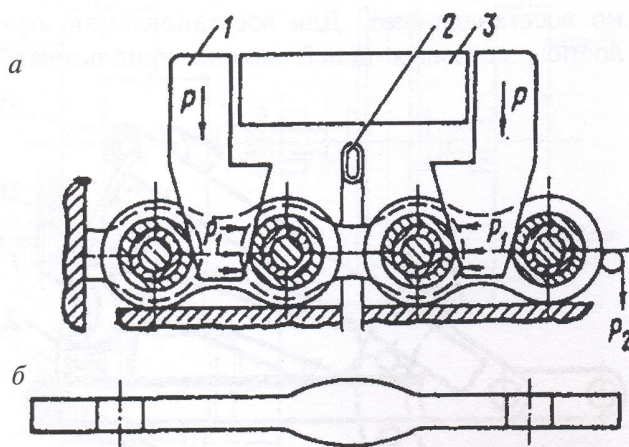


Рис. 5. Схема восстановления звеньев цепи без разборки (а) и форма пластины цепи после обжатия (б)

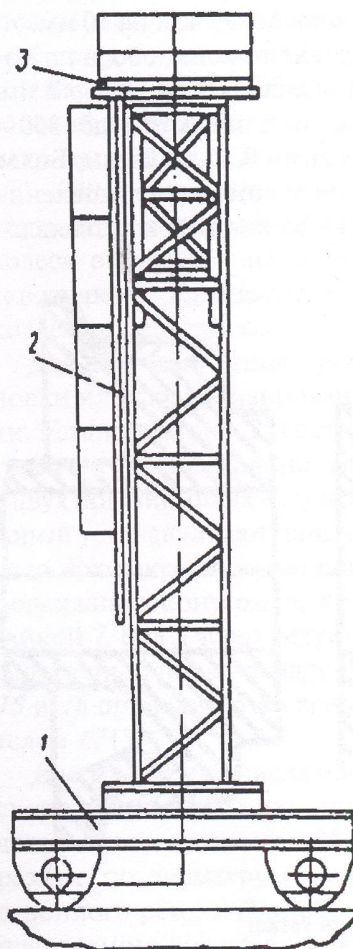


Рис. 6. Вышка для окраски кранов: 1 — межпролетная тележка; 2 — лестница; 3 — подвижная часть тележки

колейной тележке. При перемещении тележки поперек пролета (вдоль оси крана) и моста по отношению к вышке можно окрашивать все части крана. Применение вышки должно осуществляться по специальной инструкции, которая предусматривает соответствующие меры безопасности [5].

После ремонта необходимо проверить качество его выполнения. Цель проверки — обеспечить дальнейшую надежную работу крана. Узловой контроль выполняет контролер ОТК, при этом необходимо проверить:

- соответствие заменяемых деталей чертежам по размерам, материалу, термической обработке; наличие сертификатов на указанные детали;
- сборку редукторов; особое внимание нужно обратить на правильность зацепления шестерен и монтажа подшипников качения, а также на отсутствие течи масла в разъемах корпусов и в крышках подшипников;
- правильность взаимного расположения редукторов, электродвигателей и барабана; правильность монтажа ходовых колес передвижения мостов, тележек;
- работу тормозных устройств;
- правильность сборки подвесной системы; легкость проворачивания крюка и блоков; проведение магнитной дефектоскопии для кранов, служащих для транспортирования расплавленного металла; соответствие каната паспорту, его состояние и правильность закрепления на ба-

рабана (канат должен наматываться на барабан ровными плотными рядами без перегибов, как правило, в один слой; при прохождении каната через блоки он не должен соскальзывать с ручьев и заклиниваться между блоком и обоймой); наличие запаса каната на барабане при нижнем положении крюка;

- качество выполненного ремонта металлоконструкций крана (если он имел место); наличие соответствующих документов, оговоренных в технических условиях;

- качество окрашивания крана.

Таким образом, правильно выполненный качественный ремонт крана значительно продлевает срок его дальнейшей эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Схиртладзе А. Г., Григорьев С. Н., Скрыбин В. А. и др. Технологические основы ремонта и восстановления производственных машин и оборудования. Йошкар-Ола: Поволжский ГТУ. 2012. 492 с.
2. Бадагуев Б. Т. Безопасная эксплуатация грузоподъемных кранов. М.: Машиностроение. 2012. 384 с.
3. Схиртладзе А. Г., Скрыбин В. А. Ремонт технологического оборудования. КУРС: ИНФРА-М. 2018. 352 с.
4. Схиртладзе А. Г., Скрыбин В. А., Борискин В. П. Ремонт подъемных кранов. Старый Оскол: изд-во «Тонкие наукоемкие технологии». 2007. 264 с.
5. Схиртладзе А. Г., Скрыбин В. А., Зверовщиков А. Е. Технология ремонта кернов и подпятников электромеханических измерительных приборов // Технология металлов. 2018. № 11. С. 33—38.
6. Скрыбин В. А., Схиртладзе А. Г. Обеспечение правильности монтажа и эксплуатации пневмотранспортных установок при ремонте изделий // Ремонт, восстановление, модернизация. 2019. № 1. С. 3—6.
7. Схиртладзе А. Г., Скрыбин В. А. Технология ремонта гидравлических приводов // Ремонт, восстановление, модернизация. 2018. № 2. С. 3—11.

Уважаемые авторы и читатели нашего журнала!

С ноября 2013 г. на нашем сайте www.nait.ru доступна новая постатейная форма подписки на электронную версию журнала «Ремонт, восстановление, модернизация» (стоимость электронной версии одной статьи — 500 руб.). Вы можете оформить подписку как на полнотекстовую версию журнала, так и на одну или несколько интересующих Вас статей.