

536

МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ СССР
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ИМ. Ф. Э. ДЗЕРЖИНСКОГО

Кафедра технологии транспортного машиностроения
и ремонта подвижного состава

**ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ
ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ
ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

Методические указания

к курсовому и дипломному проектированию

для студентов III, IV и V курсов

специальностей

**«ТЕХНОЛОГИЯ ТРАНСПОРТНОГО
МАШИНОСТРОЕНИЯ И РЕМОНТА ПОДВИЖНОГО
СОСТАВА», «ТЕПЛОВОЗЫ И ТЕПЛОВОЗНОЕ
ХОЗЯЙСТВО», «ЛОКОМОТИВОСТРОЕНИЕ»
И «ВАГОНЫ И ВАГОННОЕ ХОЗЯЙСТВО»**

Москва — 1989

536
МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ СССР
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
им. Ф. Э. ДЗЕРЖИНСКОГО

Кафедра технологии транспортного машиностроения
и ремонта подвижного состава

Утверждено
редакционно-издательским
советом института

ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ
ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ
ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Методические указания

к курсовому и дипломному проектированию
для студентов III, IV и V курсов

Москва—1989

Авторы-составители: доктора техн. наук
Д. Г. Евсеев, Д. Л. Юдин.

Рецензенты: кандидаты техн. наук
В. С. Киреев (МИИТ), М. А. Порхачев
(ВЗИИТ).

1. ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА

Основными причинами отказов в работе различных машин и механизмов являются, как известно, деформации деталей, их износ, а также усталостные разрушения (изгибные и контактные).

В соответствии со служебным назначением, габаритными размерами, характером и свойствами материалов, а также другими характеристиками деталей, узлов, машин и механизмов в целом, каждая отрасль народного хозяйства имеет сложившийся подход к восстановлению элементов конструкций по истечении времени наработки их на отказ. Общим является то, что работоспособность детали может быть восстановлена следующими способами:

приданием форме и размерам первоначального вида и значений (нанесением металлических покрытий сваркой, наплавкой, термическим или электрохимическим путем, нанесением полимерных материалов и т. п.); после указанных операций обычно следует обработка методами резания;

изменением первоначальной формы и размеров поврежденных поверхностей методами резания.

Операции обработки резанием (точение, фрезерование, шлифование, слесарно-механическая обработка и др.), используемые при обоих указанных способах восстановления деталей, могут занимать различное место в технологическом процессе восстановления деталей, а именно:

собственно обработка резанием как единственная операция;

обработка резанием как первоначальная операция (чаще всего подготовительная операция перед нанесением различных покрытий и материалов);

обработка резанием как окончательная операция после нанесения различных покрытий и материалов (с целью снятия наплывов, придания поверхностям детали меньшей шероховатости и волнистости, повышения точности, улучшения внешнего вида);

обработка резанием как операция, совмещенная с одной из операций нанесения покрытий (с целью использования эффекта лучшей обрабатываемости подогретого металла, замены шлифования фрезерованием и т. п.).

В настоящей работе рассматриваются операции обработки деталей резанием в зависимости от места этих операций в технологическом процессе восстановления в соответствии с данной выше квалификацией. Учитывая, что существует

значительное многообразие случаев использования операций обработки резанием при восстановлении, что определяется характером восстанавливаемой детали, а также способом восстановления (форма, размеры, материал, наследственность предшествующих или содержание последующих операций и т. п.), рассмотрение указанных выше способов приводится на конкретных примерах.

При этом учитываются следующие особенности обработки резанием при восстановлении:

применяются, в основном, такие операции, как точение, строгание, фрезерование, сверление, шлифование, слесарно-механическая обработка;

каждая операция характеризуется данными об оборудовании и инструментах (если они специальные или существуют особые требования по использованию универсальных), о режиме резания, устройствах и приспособлениях, особенностях проведения процесса, а также технико-экономическими сведениями и т. п.

все параметры определяются, прежде всего, припуском на обработку, а также механическими свойствами обрабатываемого поверхностного слоя (главным образом, твердостью).

2. ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ КАК ЕДИНСТВЕННАЯ ОПЕРАЦИЯ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ

Широко применяется обработка резанием деталей под так называемые «ремонтные размеры», т. е. размеры, отличающиеся от первоначальных (номинальных). При этом сопряженные детали также должны иметь соответствующие ремонтные размеры, чтобы при сборке была обеспечена требуемая посадка. Ремонтные размеры делятся на категорийные и пригоночные (свободные). Категорийными называются ремонтные окончательные размеры детали, установленные для определенной категории ремонта. Промышленностью выпускаются детали с категорийными размерами, например такие детали двигателей как поршни, поршневые кольца, поршневые пальцы, тонкостенные вкладыши подшипников скольжения шеек коленчатых валов. Под категорийные размеры этих и других деталей ремонтные предприятия, ведущие работы по восстановлению изношенных (поврежденных) деталей, выполняют размеры соответствующих сопряженных деталей, например цилиндры

(цилиндрические втулки) блока двигателя, верхние головки шатунов (отверстия в них), шейки коленчатых валов. В сопряженных деталях при этой системе ремонта сохраняются как качество точности и посадка, так и шероховатость обработанных поверхностей, предусмотренные рабочими чертежами на соответствующие детали с номинальными размерами. Категорийные ремонтные размеры устанавливаются на основе изучения интенсивности изнашивания поверхностей сопряженных деталей. Припуск на обработку назначается с учетом характера обработки применяемого оборудования, материала и размеров детали, а также характера и величины искажения геометрической формы детали (овальности, конусности). Пригонными (свободными) называются размеры детали, установленные с учетом припуска на пригонку детали «по месту». В этом случае ремонтируемую деталь обрабатывают лишь до получения правильной геометрической формы и требуемой шероховатости поверхности. Примером здесь может служить обработка резанием рабочей фаски седла в головке цилиндров (или блоке цилиндров) лишь до выведения следов износа, к которой затем «по месту» будет пригнаться клапан.

Одним из распространенных способов ремонта изношенных (или поврежденных) деталей является ремонт с применением добавочных деталей. При этом, обычными методами резания обрабатывают или удаляют изношенную (или поврежденную) часть детали, а затем на нее устанавливают (чаще всего по посадке с гарантированным натягом) или на оставшейся годной ее части закрепляют (на резьбе, сваркой и т. п.) специально изготовленную добавочную деталь. Отремонтированные детали обрабатываются, как правило, с требуемой шероховатостью под требуемый чертежом номинальный размер. В качестве добавочных деталей применяются пластины, гильзы, кольца, втулки, зубчатые венцы и другие части деталей требуемых размеров и формы.

Все указанные выше случаи применения обработки резанием, как единственной операции при восстановлении (обработка под категорийные и пригонные ремонтные размеры, ремонт с применением добавочных деталей) не требуют для своего осуществления специальных оборудования и инструмента; используются также режимы резания, расчет которых выполняется обычными способами.

Характерным примером является также восстановление поверхностей катания бандажей колесных пар подвижного

состава рельсового транспорта: железнодорожного (тепловозы, электровозы, моторвагонные секции, дизель-поезда, паровозы, вагоны) и городского (трамвайные вагоны) Бандаж изнашивается (в результате трения пары колесо-рельс) по «кругу катания». Средняя интенсивность определяется на основе опытных данных для каждой страны и каждого вида подвижного состава (например, для тепловозов грузового движения в СССР: 0,3 — 0,4 мм на 10^4 км пробега). Практика показывает также, что износ бандажей крайних колесных пар на 8 — 15% больше, чем у остальных.

Допускаемая величина износа бандажа (так называемый «прокат») зависит от вида подвижного состава (например, для тепловозов грузового движения СССР — 7 мм). Помимо проката бандажа в эксплуатации возникает также так называемый «подрез гребня» (при вписывании в кривые рельсового пути), а также могут возникнуть выбоины и «ползуны» на поверхности катания.

Все указанные повреждения с поверхности бандажей устраняются обычно обточкой вначале проходными, а затем чашечными или только чашечными резцами, реже — фасонными резцами (рис. 1, а, б, в) на колесотокарных станках с

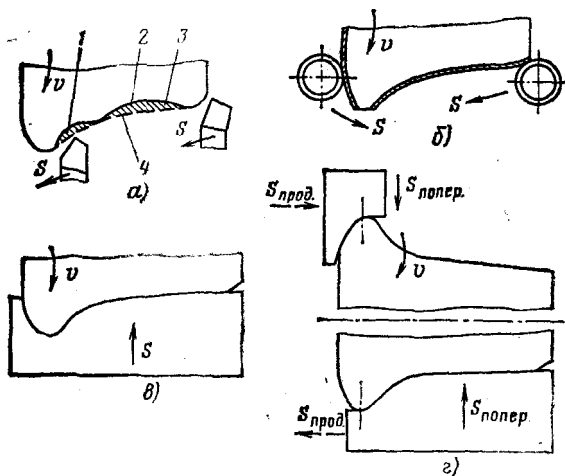


Рис. 1. Схемы обработки резанием при восстановлении изношенных бандажей колесных пар подвижного состава: а — проходными резцами (1 — подрез гребня; 2 — профиль после эксплуатации; 3 — прокат; 4 — профиль до эксплуатации); б — чашечными резцами; в — фасонным резцом; s — фасонной фрезой

гидрокопировальными устройствами; одновременно восстанавливается и нормальный профиль бандажей (контроль производится специальными шаблонами).

В последние годы начал применяться высокопроизводительный метод восстановления поверхностей катания бандажей без выкатки колесных пар из-под локомотива фасонными наборными фрезами на специализированном станке (рис. 1, г).

Химический состав бандажной стали (в %): углерода — 0,55 — 0,70; марганца — 0,60 — 0,90; кремния — 0,15 — 0,35; серы — не более 0,05; фосфора — не более 0,05. Механические свойства: предел прочности — 800 МПа, относительное удлинение — 10%, твердость по Бринеллю — $230 \div 260$.

Следует заметить, что при обработке резанием изношенных бандажей предел прочности и твердость их поверхностного слоя увеличиваются на 25 — 50% по сравнению с исходными (приведенными выше) за счет наклепа от качения и скольжения по рельсам. Это в свою очередь требует использования (при обработке резанием) твердосплавных (рис. 2 и 3) резцов. Геометрические параметры режущей части твердосплавных резцов и элементы режима резания при обточке ими приведены в табл. 1.

Фасонные наборные резцы оснащаются твердосплавными многогранными пластинами марок Т5К10 или Т15К6. Геометрические параметры режущей части фрезы следующие: передний угол (по пластинам) $\gamma = -8^\circ$; задний угол (по пластинам) $\alpha = 8^\circ$, угол наклона наборных пластин 15° ; число твердосплавных многогранных пластин в каждой наборной пластине — $10 \div 15$; расстояние между ними, примерно, 18 мм; диаметр фрезы, соответствующий кругу катания бандажа.

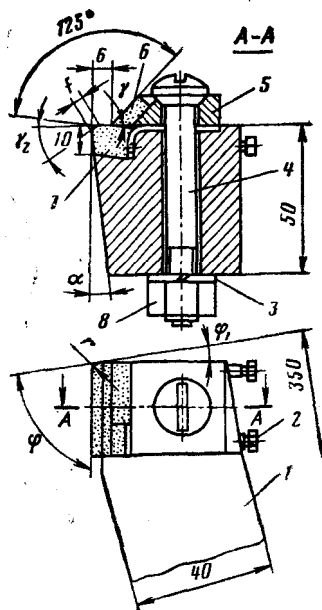


Рис. 2. Проходной твердосплавный резец со стружколомающим устройством для предварительной обточки изношенных восстанавливаемых бандажей колесных пар: 1 — державка; 2 — регулировочный винт; 3 — шайба; 4 — болт; 5 — планка; 6 — стружколомающая пластина; 7 — режущая пластина; 8 — гайка

Таблица 1

Геометрические параметры режущей части твердосплавных резцов и элементы режима резания при обточке ими восстанавливаемых изношенных бандажей колесных пар (без охлаждения)

Наименование реза	Материал режущей части	Геометрические параметры режущей части						Элементы режима резания				
		α°	γ°	φ°	φ_1°	γ_2°	f , мм	r , мм	V , м/с	S , мм/об	t , мм	i (число проходов)
Прходной	Твердый сплав Т5К10 (TiC — 5%; WC — 85%; Co — 10%)	8	10	80	10	-5	1,0	2,0	1,5	1,0—1,5	7,0	1
Чашечный	Твердый сплав Т15К6 (TiC — 15%; WC — 79%; Co — 6%)	8	10	—	—	-10	1,0	30,0	2,5	1,5—2,0	1,6	1

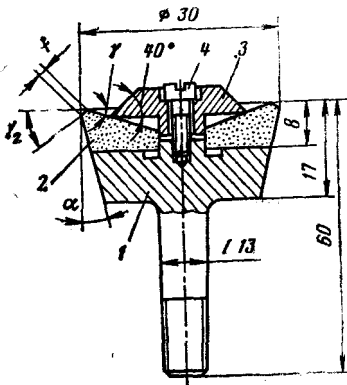


Рис. 3. Чашечный твердосплавный резец со стружколомающим устройством для обточки восстанавливаемых бандажей колесных пар: 1 — корпус; 2 — режущая пластина; 3 — стружколомающая пластина; 4 — винт

210 мм. Наборные пластины закрепляются в пазах корпуса фрезы при помощи втулок и винтов, твердосплавные многогранные пластины — винтов и гаек. Используемый режим резания при фрезеровании: $v = 1,5 - 2,5$ м/с; $t = 7$ мм; $s_z = 0,1 - 0,3$ мм/зуб; охлаждение не применяется.

3. ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ КАК ПЕРВОНАЧАЛЬНАЯ ОПЕРАЦИЯ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ

Обработка резанием в этих случаях представляет собой одну из операций по подготовке соответствующих

поверхностей детали к выполнению последующих операций восстановления нанесением металлических и полимер-

ных покрытий (сварка, наплавка электрохимические и др. методы). Всевозможные операции обработки резанием проводятся после обезжиривания (например, чистой технической салфеткой, смоченной ацетоном или уайт-спиритом (а для цветных металлов еще и травлением). Дальнейшая обработка резанием в зависимости от характера отказа, способа восстановления детали, ее материала и конструктивных особенностей может заключаться в следующем:

- протачивание резцом (для деталей в виде тел вращения, типа валов и осей) для получения выборки под покрытие;

- разделка (слесарным инструментом) оставшихся отдельных дефектов на поверхности, выполненной проточкой;

- удаление изношенной или поврежденной резьбы (или части детали с такой резьбой). Отрезка или проточка резьбы может производиться на токарном станке;

- центрирование восстанавливаемой детали для последующей обработки резанием на металлорежущем станке после восстановления (сваркой, наплавкой и т. п.);

- зачистка поверхностей под сварку: абразивным способом, металлическими (в том числе вращающимися) щетками;

- изготовление различных накладных планок, пластин, колец, втулок и др. деталей (взамен удаленной поврежденной их части) или деталей конструктивного усиления;

- подготовка кромок и фасок у соединяемых деталей (строганием, фрезерованием, точением, шлифованием, сверлением, слесарно-механической обработкой). Риски от обработки должны быть направлены вдоль кромок. При подготовке кромок методами газовой резки необходимо затем проводить обработку резанием на глубину не менее 3 мм;

- обработка свободных кромок, образованных резкой ножницами (строганием, фрезерованием);

- удаление дефектных швов (строганием, рубкой и т. п.);

- разделка трещин (см. ниже).

При подготовке поверхности детали к металлизации в качестве одной из операций также используется обработка резанием. Так, после очистки и обезжиривания поверхностей, на металлизированных поверхностях деталей специально создается шероховатость в виде «рваной резьбы» (наряду с обдувкой металлическими частицами или дробью, накаткой и т. п.) Глубина нарезания «рваной резьбы» (с учетом толщины обычно выполняемого металлизационного покрытия — 1,0 — 1,5 мм) должна быть не более 0,6 мм.

Специфической операцией восстановления детали является заварка трещин. Обработка резанием здесь состоит в разделке кромок шлифовальным кругом на гибком валу и сверлении. При толщине стенок детали до 12 мм трещины разделяются V-образно, более 12 мм — X-образно, с двух сторон. Концы трещины необходимо засверлить: сверлом 6—12 мм при малых толщинах детали, а при толщинах порядка 100 мм и более (например, брусковые рамы тепловозов) — сверлом диаметром 20—25 мм. Центр отверстия должен совпадать с концом трещины или быть в 3—5 мм от нее. Отверстия должны быть раззенкованы на $1/2 \dots 1/3$ толщины стенки. «Разделка» трещин выполняется способами резания на всю глубину их залегания и до целого металла (на 15—20 мм далее видимых границ начала и конца трещины).

Все указанные разновидности подготовительных операций обработки резанием при восстановлении деталей производятся теми же инструментами и при тех же режимах резания, которые применяются при изготовлении соответствующих деталей из тех же материалов.

4. ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ КАК ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ ОПЕРАЦИЯ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ

Эта операция производится после нанесения различных покрытий на поверхности детали с целью придания им меньшей шероховатости и волнистости, повышения точности, а также улучшения внешнего вида.

Наплавочные работы, в основном, бывают двух видов: восстановление изношенных поверхностей до номинальных размеров (так называемая восстановительная наплавка);

нанесение вновь (или взамен изношенного слоя) нового металла, обладающего либо повышенной износостойкостью, либо особыми, заданными заранее физико-химическими свойствами.

Обработка резанием металла, наплавленного при восстановительной наплавке производится на металлорежущих станках с использованием обычных инструментов и режимов резания. Особенности такой обработки состоят в наличии неравномерных припусков, включений шлака наплавленного металла. При износостойкой наплавке, обладающей часто еще повышенными свойствами теплостойкости, коррозионной стойкости, магнитными и др. свойствами, обработка резанием либо вообще не производится (если это допускают усло-

вия, связанные со служебным назначением детали), либо производятся специальными способами или при помощи особого инструмента.

Обработка резанием заключается в обточке и шлифовании, причем каждому восстанавливаемому изделию свойствен свой метод. Практика показала, что при твердости наплавленного слоя не свыше HRC40 возможна токарная обработка резами с пластинами из твердого сплава марок ВК6 и ВК8. При большей твердости применяется шлифование. Так например, при широко применяемом в практике ремонта восстановлении электродуговой мегаллизацией шеек осей колесных пар локомотивов и электроподвижного состава обработка начинается с обточки резами с пластинами из твердого сплава марки ВК8 (без охлаждения). Первый проход следует начинать с середины покрытия и вести его в обе стороны для снятия наиболее твердой части поверхностного слоя. Последующие проходы ведутся от торца шейки.

Геометрические параметры режущей части резов и элементы режима резания при обточке после мегаллизации шеек осей колесных пар приведены в табл. 2.

Таблица 2

Геометрические параметры режущей части резов и элементы режима резания при обточке ими шеек осей колесных пар после мегаллизации

Материал режущей части	Геометрические параметры режущей части					Элементы режима резания		
	α°	γ°	φ°	φ_1°	$r, \text{ мм}$	$v, \text{ м/с}$	$s, \text{ мм/об}$	$t, \text{ мм}$
ВК8	8—10	5—7	45	10	5	1,0	0,2—0,3	0,2—0,3

После обточки должен быть оставлен припуск 0,15—0,20 мм на шлифование. Характеристика шлифовального круга и элементы режима резания при шлифовании даны в табл. 3.

Обработка резанием (главным образом шлифованием) после восстановления сваркой должна удовлетворять следующим требованиям:

производиться по всей длине линии сплавления до получения чистой, блестящей поверхности и плавных переходов от мегалла шва к основному металлу;

Таблица 3

Характеристики шлифовального круга и элементы режима резания при шлифовании им шеек осей колесных пар после металлизации и обточки

Основные характеристики шлифовального круга				Элементы режима резания			
Материал режущих зерен	Связка	Зернистость	Твердость	$v_{кр}$, м/с	$v_{дет}$, м/с	$S_{прод}$, мм/об	t , мм
Корунд; алунд	Керамическая	46—60	Средне-мягкий или мягкий	25—30	15—20	8—10	0,02—0,04

при обработке стыковых швов зачищаются переходные зоны и шов обрабатывается заподлицо с основным металлом детали;

ширина зоны обработки по каждую сторону от шва должна быть не менее 25 мм;

все обработанные резанием швы не должны иметь подрезов (или их следов), пор, раковин и др. дефектов.

Обработка резанием поверхностей деталей после напыления имеет особенности, связанные с их повышенной хрупкостью и твердостью. В зависимости от припуска на обработку, твердости и требований к качеству поверхности напыленного слоя производится точение или шлифование. При точении напыленных покрытий применяются резцы, оснащенные пластинами из твердого сплава марки Т15К6. Режим резания используется пониженный: скорость резания 1,5—2,0 м/с, глубина резания 0,1—0,3 мм, подача 0,1—0,15 мм/об. Шлифование износостойких покрытий, имеющих высокую твердость, следует выполнять алмазными кругами на вулканитовой связке.

В процессе ремонта и восстановления ряда деталей применяются полимерные материалы (термореактивные и термопластические). Их применяют для заделки в деталях трещин, отколов, пробоин, вмятин, раковин, а также для изготовления быстроизнашиваемых деталей или их частей. Обработка резанием деталей, восстановленных при помощи полимерных материалов, имеет свои особенности. Поскольку они обладают низкой теплопроводностью, следует применять теплостойкий инструмент, оснащенный твердыми сплавами

марок ТК, а также обильное охлаждение сжатым воздухом или керосином. Скорость резания принимается 3,5 — 5,0 м/с, подача — 0,15 — 0,20 мм/об. При обточке следует особо строго соблюдать меры техники безопасности, поскольку многие компоненты полимерных материалов токсичны и огнеопасны.

При восстановлении широко распространены операции слесарно-механической обработки как разновидность окончательной обработки резанием. Применение этих операций объясняется трудностью установки на станке крупногабаритных корпусных деталей, соединенных в сборочные единицы с восстанавливаемыми деталями. К таким операциям относятся, в основном, шабрение и развертывание.

Шабрение как один из видов слесарно-механической обработки производится слесарным инструментом — шабером: вручную или механическим способом (на специальном станке для шабрения). Операция шабрения применяется для устранения незначительной овальности отверстий неразъемных подшипников скольжения, подгонки различных вкладышей по шейкам валов или постелям (гнездам) подшипников, а также для подгонки различных плоских стыковых поверхностей, особенно у громоздких, крупногабаритных деталей. При процессе шабрения поверхность (например шейки вала), к которой пришабривают обрабатываемую деталь (например вкладыш), покрывают тонким слоем краски (ультрамарин синий сухой, разведенный в масле), затем обрабатываемую деталь накладывают на покрытую краской поверхность и несколько раз поворачивают (передвигают); шабрению подвергаются только те места, где хорошо видны отпечатки краски; процесс повторяется до тех пор, пока мелкие окрашенные участки («пятна») будут равномерно распределены на обрабатываемой поверхности. На поверхностях среднего качества (по шероховатости обработанной поверхности) на площади 25 × 25 мм число «пятен» должно быть 10 — 15, выше среднего — 15 — 20, высокого — 20 — 25. Подсчет «пятен» производится обычно внутри накладываемого прозрачного шаблона с квадратным отверстием 25 × 25 и сеткой, нанесенной внутри него.

Развертывание применяется, в основном, для окончательной обработки отверстий различных неразъемных подшипников скольжения после их постановки (например запрессовкой) в корпусную деталь, для устранения овальности отверстий, образовавшейся в результате их изнашивания, а также отверстий под штифты и призонные болты. При одновремен-

ном развертывании отверстий двух подшипников, где требуется соосность (эта операция может вестись на двухшпиндельном сверлильном станке), применяются регулируемые развертки.

Одной из распространенных операций при восстановлении является хромирование. Поскольку при отложении хрома на поверхности восстанавливаемой детали «копируются» все имеющиеся на ней неровности и изъяны, после хромирования, для придания поверхности правильной формы, обычно производится окончательная их обработка шлифованием (после него, при необходимости, производится полирование).

В условиях ремонта машин и механизмов приходится вести восстановление резьбовых частей деталей, которые в результате эксплуатации получили повреждения в виде смятия, вытягивания, срыва резьбы (или ее части), износ. В этих случаях после срезания части детали с поврежденной резьбой или наплавки необходимо не только удалить остатки старой резьбы (методом точения), но и снять слой металла еще на одну глубину резьбы.

5. ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ КАК ОПЕРАЦИЯ, СОВМЕЩЕННАЯ С ОДНОЙ ИЗ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ СВАРКОЙ, НАПЛАВКОЙ, НАНЕСЕНИЕМ ПОКРЫТИЙ

Цель такого совмещения — использование эффекта лучшей обрабатываемости подогретого металла, что дает возможность сократить производственный цикл восстановления, повысить стойкость инструмента и качественные показатели восстановленных деталей, получить ряд других преимуществ. Это делает использование совмещения операции обработки резанием при восстановлении с одной из операций, где необходим нагрев деталей, весьма прогрессивным и, бесспорно, перспективным для применения, в частности, при практическом осуществлении ремонта машин и механизмов в различных отраслях народного хозяйства.

Примеры указанного совмещения операций обработки резанием, применяемые при этом технологические процессы (оборудование, порядок и содержание технологических операций, инструменты, приспособления, другие технические средства, а также режимы обработки), весьма разнообразны. Одним из таких, весьма прогрессивных, примеров является, в частности, комплексно-механизированная технология совмещения обработки резанием (фрезерованием, шлифовани-

ем) с электродуговой наплавкой поверхностей трения износостойкими металлами высокой твердости и удалением шлаковой корки.

Схема осуществления этой технологии показана на рис. 4. Сущность ее состоит в том, что в одной технологической схеме совмещен процесс наплавки под слоем флюса, удаления шлаковой корки, фрезерования и последующего шлифования металла покрытия, находящегося еще в горячем состоянии. Детали, закрепленной на центрах токарного станка, сообщается вращение. Через флюсопровод в зону горения сварочной дуги подается флюс, а через мундштук сварочного аппарата — наплавочная проволока. При повороте детали на 180° от сварочной дуги шлаковая корка затвердевает и легко снимается резцом шлакоудаляющего устройства. При дальнейшем вращении детали с частотой n валик наплавленного металла, находясь еще в горячем состоянии, обрабатывается фрезой (торцевой или дисковой — см. ниже). Таким образом, в зону горения сварочной дуги всегда попадает поверхность детали, полностью освобожденная от шлаковой корки, что дает, в свою очередь, возможность без остановки процесса наплавки (для охлаждения поверхности) наплавлять детали значительной длины. При дальнейшем вращении детали ее отфрезерованная поверхность подвергается обработке шлифовальным кругом 8. Для получения сплошного слоя наплавленного металла продольная подача сварочной дуги устанавливается так, чтобы каждый последующий валик перекрывал предыдущий на $1/3$ ширины.

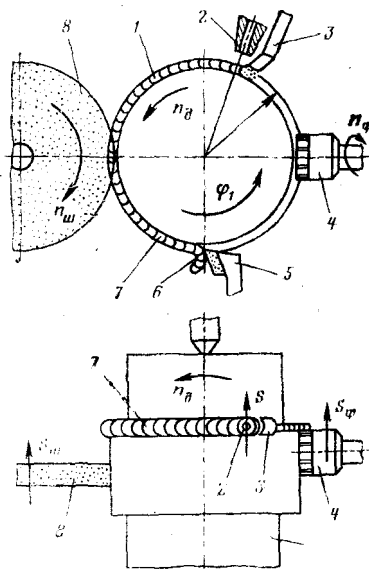


Рис. 4. Схема совмещенной комплексно-механизированной технологии одновременной наплавки, удаления шлаковой корки, фрезерования и шлифования наплавленного металла: 1 — деталь, восстанавливаемая наплавкой; 2 — мундштук сварочного аппарата для подачи наплавочной проволоки; 3 — устройство для подачи и удержания флюса; 4 — валик наплавленного металла; 5 — шлаковая корка; 6 — резец, удаляющий шлак; 7 — фреза; 8 — шлифовальный круг

Мундштук сварочного автомата с наплавочной проволокой, шлакоудаляющий резец, фреза и шлифовальный круг автоматически перемещаются вдоль оси детали со скоростью, соответствующей шагу наплавки. Для соблюдения температурного режима и предотвращения возможности попадания зерен ссыпающегося флюса в зону шлифования производится смещение шлифовального круга относительно сварочной дуги на расстояние, не меньшее, чем две ширины наплавленного валика и, кроме того, ось шлифовального круга разворачивается на угол до 30° относительно оси детали в сторону его перемещения.

Исследования показывают, что фрезерование и шлифование наплавленного металла по такой технологической схеме осуществляются (в зависимости от размеров детали и режимов наплавки) при температуре $400 - 1000^\circ\text{C}$. Это способствует не только повышению производительности труда, но также уменьшению сил резания и вибраций при обработке, а, следовательно, повышению качественных показателей наплавленного слоя и восстановленной детали в целом.

Для фрезерования наплавленного металла используются торцевые и дисковые фрезы с твердосплавными многогранными пластинами (рис. 5 и 6).

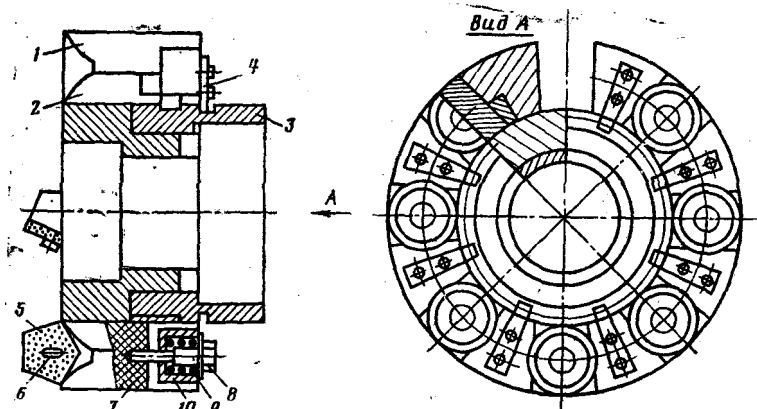


Рис. 5. Торцевая фреза с твердосплавными многогранными пластинами для термофрезерования наплавленного металла при совмещенной комплексно-механизированной технологии восстановления деталей: 1 — корпус; 2 — установочная опора; 3 — регулировочная втулка; 4 — стопорная пластина; 5 — твердосплавная многогранная пластина; 6 — штифт; 7 — державка; 8 — болт; 9 — пружинная пластина; 10 — опорное кольцо

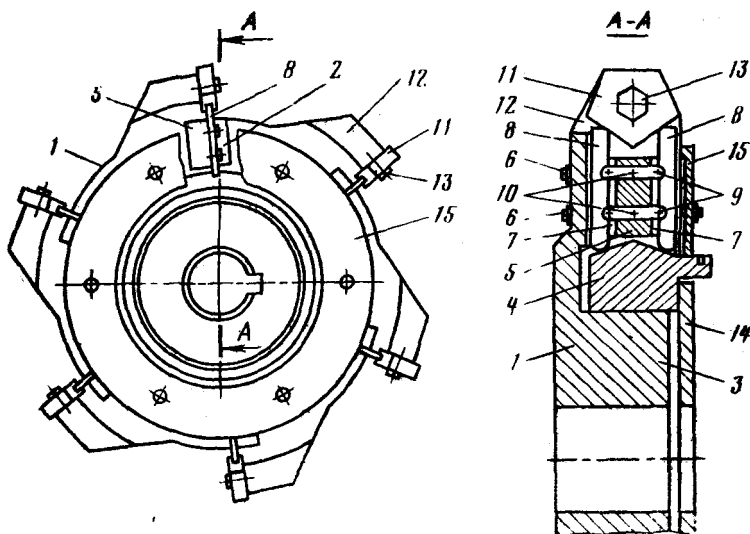


Рис. 6. Дисковая фреза с твердосплавными многогранными пластинами для термофрезерования наплавленного металла при совмещенной комплексно-механизированной технологии восстановления детали: 1 — корпус; 2 — паз; 3 — ступица; 4 — обойма с круговым конусом; 5 — направляющая вставка; 6 — болт; 7 — радиальный паз; 8 — опорный элемент; 9 — шарнирно-рычажный механизм; 10 — винт-ось; 11 — твердосплавная многогранная пластина; 12 — зуб фрезы; 13 — болт-штифт; 14 — шайба; 15 — крышка

Торцовая фреза (см. рис. 5) имеет корпус с базовой кольцевой выточкой со сферической поверхностью радиусом 5—6 мм. В пазах, выполненных в корпусе фрезы вдоль ее оси, размещаются установочные опоры с такими же сферическими поверхностями и резьбой в нижней части. Указанные сферические поверхности служат базой для режущих твердосплавных многогранных пластин. Установочные опоры одновременно и равномерно перемещаются в пазах корпуса в осевом направлении при помощи регулировочной втулки с резьбой по ее наружному диаметру, находящейся в зацеплении с резьбой установочных опор. Стопорные пластины исключают осевое перемещение регулировочной втулки. Многогранные пластины надеваются на штифты державок и болтами прижимаются к сферическим поверхностям установочных опор и корпуса фрезы. Особенностью фрезы является возможность регулировки геометрических параметров ее

режущей части — многогранных пластин, которые при помощи регулировочной втулки могут разворачиваться.

В тех случаях, когда на наплавленной поверхности детали имеются различные пазы и выемки, а также поверхности, недоступные для торцовых фрез, в процессе наплавки применяются дисковые фрезы с твердосплавными пластинами (см. рис. 6). Дисковая фреза имеет корпус с пазами и ступицей с резьбой на наружной поверхности. На ступице установлена обойма с круговым конусом. В пазах корпуса при помощи болтов к корпусу жестко крепятся направляющие вставки с радиальными пазами, в которых размещены опорные элементы шарнирно-рычажного механизма. Последний присоединен к вставкам (винтовыми осями), твердосплавные многогранные пластины при помощи болтов-штифтов крепятся к зубьям фрезы. Одним углом пластина устанавливается между опорными элементами и опирается на них своими боковыми гранями. Для большей жесткости фрезы, устанавливаемой на фрезерной головке сварочного автомата, обойма с круговым конусом прижимается шайбой. С одной из сторон торец корпуса фрезы закрыт крышкой. Дисковая фреза, так же как и торцовая (см. рис. 5) имеет возможность регулировки геометрических параметров режущей части (за счет вращения обоймы 4 с круговым конусом). Обе рассмотренные фрезы являются универсальными, благодаря возможности регулировки геометрических параметров режущей части.

Для шлифования наплавленного металла в горячем состоянии рекомендуется использовать среднемягкие (СМ1) или мягкие (М3) шлифовальные круги 24А25ПМ37К5 (ГОСТ 2424—75) и 24А25ПСМ17К2А (ГОСТ 5.1920—76) размером $250 \times 25 \times 32$ и $250 \times 32 \times 32$; материал режущих зерен — электрокорунд белый, зернистость — 25, форма — плоский прямого профиля (ПП), структура — 7 (открытая, с крупными порами), связи керамические (К5 и К2).

В табл. 4 даны параметры совмещенных операций обработки резанием (термофрезерования и термошлифования) и наплавки при восстановлении деталей диаметром 60 — 240 мм.

Шероховатость поверхности, обработанной термофрезерованием вдоль оси детали и по профилю цилиндрического сечения, будет соответственно $R_z = 8 - 10$ мкм и $R_z = 10 - 15$ мкм.

Т а б л и ц а 4

Параметры совмещенных операций обработки резанием
(термофрезерования и термошлифования) и наплавки деталей

Параметры	Диаметр детали, мм		
	60	120	240
Частота вращения детали, об/мин	3,0	2,0	0,75
Диаметр электродной проволоки, мм	1,6 — 1,8	1,8 — 2,0	2,0 — 3,0
Шаг наплавки, мм/об	3,5 — 4,0	3,5 — 4,5	4,0 — 4,5
Напряжение сварочной дуги, В	20 — 22	22 — 24	25 — 27
Сварочный ток, А	190 — 200	200 — 220	260 — 280
Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	1,35 — 1,55	2,3 — 2,5	3 — 4,5
Вылет электродной проволоки, мм		15 — 25	
Скорость резания при термофрезеровании, м/с		3,3 — 4,2	
Подача на зуб фрезы, мм/зуб		0,10 — 0,15	
Скорость резания при термошлифовании, м/с		25 — 50	
Подача шлифовального круга, мм/об		0,02 — 0,05	

При термошлифовании таких поверхностей не наблюдается шлифовочных трещин, как при шлифовании холодных наплавленных деталей.

При наплавке поверхностей длинных деталей небольшого диаметра под слоем флюса деталь быстро нагревается, шлаковая корка становится вязкой и может обогнуть шлакоудаляющий резец или пройти над ним, что приведет к попаданию ее в зону горения сварочной дуги. В этом случае процесс наплавки необходимо остановить для остывания детали.

Использование при восстановлении деталей совмещенной технологии наплавки и обработки резанием дает значительный экономический эффект:

качество деталей повышается, так как при такой технологии наплавленный металл не имеет пор и шлаковых включений, как при последовательном проведении наплавки и обработке резанием холодного наплавленного металла;

во всех случаях наблюдается повышение производительности труда за счет увеличения режимов обработки резанием подогретого металла и перехода на параллельную обра-

ботку вместо последовательной. Так, например, восстановление одного валика рессорного подвешивания электровоза ВЛ80 по такой технологии обходится на 0,97 р. дешевле, чем при наплавке с последующей обработкой резанием;

стойкость режущего инструмента увеличивается за счет уменьшения интенсивности его изнашивания, а следовательно, снижаются расходы на инструмент;

высвобождается часть токарных и шлифовальных станков, предназначенных для проведения последующей обработки резанием;

уменьшается расход электроэнергии;

уменьшаются составляющие штучного времени обработки деталей (подготовительно-заключительное время и вспомогательное время).

Рассмотренная прогрессивная технология восстановления деталей совмещенной наплавкой и обработкой резанием предопределяет учет некоторых особенностей в целях соблюдения условий охраны труда работающих. Помимо мероприятий, которые обычно проводятся в условиях использования сварочной техники по защите от поражения электрическим током, а также от излучения электрической дуги, необходимо применять определенные меры защиты при обработке резанием в процессе наплавки детали:

обеспечение жесткости станка и надежного заземления всех его частей (станины, электродвигателя, кожухов электроаппаратуры и т. п.);

приведение оператором-станочником в требуемое состояние одежды и рабочего места, проверка исправности станка, ограждений, заземляющего провода, приспособлений и инструмента, подготовка им заготовок, приспособлений, режущего и другого инструмента и расположение в порядке, обеспечивающем удобство пользования;

проверка станка на холостом ходу и систематическое удаление стружки от станка при его работе;

использование очков, защитных экранов и др. средств защиты;

проверка фрезы на радиальное и торцевое биение после установки и закрепления; они не должны превышать соответственно 0,07 и 0,03 — 0,05 мм;

соблюдение всех правил проведения работ с абразивными инструментами и, кроме того, предварительная балансировка даже новых шлифовальных кругов и их испытание на

прочность при скоростях, на 50% превышающих рабочие (см. табл. 4);

применение пылеотсасывающего устройства и экрана к шлифовальному кругу;

исключение случаев работы торцовыми поверхностями шлифовального круга;

проведение периодической правки шлифовального круга (до его «засаливания») специальными инструментами с соблюдением мер предосторожности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рахматулин М. Д. Ремонт тепловозов. М.: Транспорт, 1977, 448 с.
2. Грановский Г. И., Грановский В. Г. Резание металлов. М.: Высшая школа, 1985, 304 с.
3. Горбунов Б. И. Обработка металлов резанием, металлорежущий инструмент и станки. М.: Машиностроение, 1981, 288 с.
4. Шляпин В. Б., Емельянов Н. П., Крайчик М. М. Ремонт сваркой узлов и деталей железнодорожного подвижного состава. М.: Транспорт, 1975, 296 с.
5. Инструкция по сварке и наплавке при ремонте вагонов и контейнеров. МПС, ЦВ и ЦТВР, РТМ 32 ЦВ 201—78. М.: Транспорт, 1979, 200 с.
6. Инструктивные указания по сварочным работам при ремонте тепловозов и моторвагонного подвижного состава. М.: Транспорт, 1975, 206 с.
7. Грохольский Н. Ф. Восстановление деталей машин и механизмов сваркой и наплавкой, изд. 2. М.-Л.: Машиностроение, 1966, 276 с.
8. Бойко Н. И. Повышение качества и долговечности восстанавливаемых деталей погрузо-разгрузочных машин. Ростов-на-Дону: РИИЖТ, 1981, 36 с.
9. Бойко Н. И. Новые эффективные способы наплавки деталей строительных машин. Ростов-на-Дону: РИИЖТ, 1984, 40 с.
10. Киселев С. Н., Аксенова Л. А., Засыпкин В. В. Технология сварочного производства при ремонте подвижного состава. Раздел III: Восстановление изношенных деталей при ремонте подвижного состава. М.: МИИТ, 1983, 100 с.
11. Воробьев Л. Н. Технология машиностроения и ремонт машин. М.: Высшая школа, 1981, 344 с.
12. Ремонт дорожных машин / В. Ф. Ткаченко, В. П. Смагин, А. В. Желнаков, В. И. Бугаев. М.: Транспорт, 1981, 238 с.
13. Евсеев Д. Г. Формирование свойств поверхностных слоев при абразивной обработке. Саратов: Изд-во СГУ, 1975, 128 с.
14. Evseev D.G. Untersuchungen des Schleifvorganges. Wissenschaftliche Zeitschrift. Dresden, 1981. № 1.
15. Юдин Д. Л. Повышение производительности при скоростной обработке колесных пар резами со стружколомателями. Тр. МИИТа, М.: Транспорт, 1967, вып. 93, с. 94 — 124.
16. Обработка металлов резанием / Н. П. Зобнин, Д. Л. Юдин, А. А. Шишкин, А. Я. Рогов. М.: Трансжелдориздат, 1962, 300 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Особенности процесса	3
2. Обработка резанием, как единственная операция при восстановлении	4
3. Обработка резанием, как первоначальная операция при восстановлении деталей	8
4. Обработка резанием, как окончательная операция при восстановлении деталей	10
5. Обработка резанием как операция, совмещенная с одной из операций при восстановлении деталей сваркой, наплавкой, нанесением покрытий	14
Литература	21

Дмитрий Геннадьевич Евсеев, Даниил Львович Юдин

**ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ
ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

**Методические указания
к курсовому и дипломному проектированию**

**Редактор И. С. Громыкина
Технический редактор М. Б. Остапович
Корректор И. М. Шастова**

Опечатки

в работе "Обработка резанием при восстановлении
деталей подычного состава"

(авторы: проф. Евсеев Д.Г. и проф. Дин Д.А.)

№ п/п	Стр.	Место	Напечатано	Следует
	15	Подрисуночная подпись к рис. 4	4 5 6 7	7 6 5 4