

**МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПРОИЗВОДСТВА**

**ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ,
МЕЖОТРАСЛЕВОЙ,
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ
МИНИСТЕРСТВА
СТАННОСТРОИТЕЛЬНОЙ
И ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
СССР**

**Издается
с марта 1947 года**

**Москва
•Машиностроение•**

5 | 90

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

От редакции. Отделочно-зачистная обработка (ОЗО) деталей имеет большое значение в машиностроении. Этому виду обработки подлежат около 80% всех деталей машиностроения. Разнообразие деталей по форме, размерам, материалу и т. д. обуславливает необходимость использования различных методов и средств ОЗО.

Трудоемкость очистной обработки деталей весьма велика, значительная доля ручного труда, трудность механизации и автоматизации этих процессов ставят перед машиностроителями определенные проблемы. Механизация, а в дальнейшем и комплексная автоматизация ОЗО являются большим резервом повышения производительности в машиностроении, улучшении условий труда и повышения культуры производства.

Редакция журнала, публикуя подборку статей, освещающих вопросы ОЗО, считает, что данный материал поможет работникам предприятий, НИИ и КБ в решении задач по выпуску высококачественной продукции.

УДК 621.923.2

Комплексная программа развития и внедрения отделочно-зачистной обработки деталей

Кандидат технических наук Л. Г. ОДИНЦОВ

В процессе изготовления и транспортирования деталей на поверхностях и на кромках образуются излишки материала или дефектные слои, которые необходимо удалять, поэтому их называют ликвидами. К ним относятся облой, пригары, окарины, грат, заусенцы, жировые загрязнения, оксидные пленки (ржавчина), элементы шаржированности и т. д. Во многих случаях поверхности деталей или отдельные участки должны иметь минимальную шероховатость ($Ra=0,1-0,3$ мкм), которую невозможно или нецелесообразно получать при формообразовании деталей. Это связано с необходимостью подготовки поверхности под покрытия, создания заданных эксплуатационных свойств деталей (сопротивление усталости, износостойкость и др.) придания «товарного» внешнего вида и т. д. Все многообразие указанных операций выполняются с помощью различных методов отделочно-зачистной обработки (ОЗО).

Методы ОЗО классифицируются следующим образом (рис. 1):

1. Обработка деталей на металлорежущих универсальных и специальных станках, при которой инструмент воздействует на кромку обрабатываемой детали или на часть ее поверхности; в зависимости от используемого инструмента способы подразделяются на лезвийный, обкатной, абразивный, ленточный, проволочным инструментом, эластичными кругами и другие (классификация эластичного инструмента показана на рис. 2).

2. Обработка свободным абразивом: виброабразивный (без закрепления деталей); виброударный (с закреплением деталей); абразивно-роторный; центробежно-шпиндельный; турбоабразивный, жидкостно-абразивный; струйно-абразивный и струйный, центробежно-планетарный. При струйно-абразивной обработке рабочая среда последовательно воздействует преимущественно на наружную поверхность. При центробежно-планетарном методе свободный абразив могут не использовать, обработка при этом осуществляется за счет взаимного соударения и трения деталей между собой.

3. Физико-химические методы: термознергетический, электрохимический, ультразвуковой, электроэрозионное полирование.

4. Специальные и комбинированные. Например, экструзионное хонингование густой абразивной пастой по своим признакам и сущности нельзя отнести ни к одной из первых трех групп, его целесообразно считать специальным методом (способом). В комбинированных методах осуществляется дополнительное физико-химическое воздействие

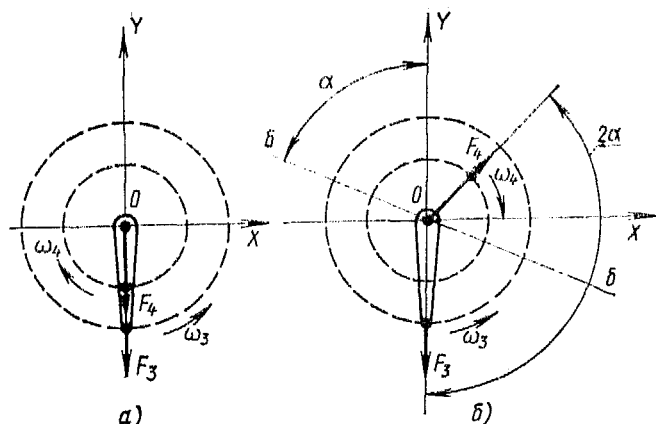


Рис. 5. Настройка специального вибратора на траектории в виде вертикального (а) и наклонного (б) эллипсов

лпс» несколько ухудшается, но остается в пределах одного класса в сравнении с использованием траекторий «вертикальный эллипс», т. е. практически не сказывается на качестве обработки. Это позволяет существенно расширить технологические возможности процесса в части его интенсификации и целесообразности отделки поверхностей заготовок, имеющих шероховатость поверхности даже хуже, чем $Ra=5-2,5$, со значительным сокращением времени обработки.

Кроме этого, технологический процесс виброабразивной отделки до высоких классов шероховатости поверхностей деталей рационально выполнять в два перехода:

удаление дефектного слоя и уменьшение шероховатости поверхности (в том числе удаление заусенцев и скругление острых кромок) следует производить при траектории движения камеры в виде горизонтального эллипса;

повышение степени отделки до требуемой высоты микронеровностей при траектории движения камеры в виде окружности.

Рассмотренные выше направления интенсификации виброабразивной объемной обработки по достижении высоких технологических результатов позволяют осуществить переход от высокоэнергетических к высокоэнергетическим процессам и оборудованию.

Еще одним направлением интенсификации процессов виброобработки и расширения ее технологических возможностей яв-

ляется создание химически активных рабочих растворов.

Рабочие растворы выбираются в зависимости от материала обрабатываемых деталей и требуемого конечного технологического результата. В настоящее время лаборатория располагает большим выбором различных рабочих растворов для обработки — виброшлифования и виброполирования как черных, так и цветных металлов.

При виброшлифовании сталей применяются в основном слабощелочные растворы, при их виброполировании — слабощелочные. Так, например, при виброполировании сталей применяются растворы на основе едкого калия, триэтанолamina, олеиновой кислоты и др., в количестве, не превышающем 4—6% всей массы рабочего раствора.

Применение рабочих растворов в основном является разовым (порционным). В процессе обработки раствор истощается и при весьма простой его нейтрализации (кальцинированная сода) может сливаться в канализационную систему. Применение таких слабых растворов считается экологически чистым.

Работы лаборатории виброобработки Ворошиловградского машиностроительного института (ВМСИ) защищены более чем 70 авторскими свидетельствами на изобретение.

Вибрационные установки ВМСИ и технологические процессы виброабразивной объемной обработки внедрены на ряде машиностроительных предприятий СССР с экономическим эффектом от 5 до 30 тыс. руб. на одну установку.

В настоящее время на Ивановском (Ворошиловградской обл.) станкостроительном заводе освоено серийное производство модифицированной виброустановки мод. ВМСИ-25М. Готовится к серийному производству в 1990 г. виброустановки ВМСИ-100 (с рабочей емкостью камеры 100 дм³) и ВМСИ-50 (емкостью 50 дм³).

В конструкциях этих установок заложены результаты теоретических и экспериментальных исследований, использован богатый опыт эксплуатации вибротехники как в нашей стране, так и за рубежом. По техническим характеристикам они соответствуют лучшим зарубежным аналогам, а по некоторым — превосходят их.

Научно-исследовательская лаборатория обработки свободными абразивами ВМСИ оказывает промышленным предприятиям помощь в разработке и внедрении технологических процессов и оборудования для виброабразивной объемной обработки.

УДК 62—427:621.9.02

Новые эластичные проволочные инструменты

Кандидаты технических наук В. А. ГАЛАШЕВ,
В. П. ОВЕЧКИН, Л. Г. ОДИНЦОВ

Применение эластичного проволочного инструмента для зачистки деталей от заусенцев и скругления острых кромок получает распространение благодаря его исключительным технологическим возможностям. Использование такого инструмента позволяет механизировать и автоматизировать зачистные операции, снижает трудоемкость и освобождает рабочих от ручного труда.

Вместе с тем применяющийся в действующих производствах проволочный инструмент отличается низкой стойкостью и недостаточной режущей способностью. Кроме того, из-за низкой механизации процессов изготовления проволочного инструмента существенно ограничены объем его выпуска и область использования.

Для устранения указанных недостатков разработан новый вид эластичного проволочного инструмента, отличающийся

повышенными эксплуатационными свойствами по сравнению с применяемым. В основу его положен проволочный инструмент по авторскому свидетельству СССР № 1161369.

В целях определения рациональной номенклатуры эластичного инструмента проведен анализ конструктивных особенностей деталей, подвергаемых зачистке, разработан типаж проволочного инструмента (см. таблицу). При разработке типаж учитывались особенности обработки деталей на станках с ЧПУ типа обрабатывающий центр (ОЦ), возможность переналадки и унификации проволочного инструмента. Часть проволочного инструмента выполнена сборной конструкции в виде многократно используемых металлических корпусов и сменных рабочих секций, замена которых осуществляется по мере изнашивания.

Характерной особенностью разработанных инструментов для механической зачистки деталей является то, что их сменные рабочие элементы выполнены унифицированными в виде плоских и дисковых секций с U-образными пучками проволочного ворса, заполненного резиновой смесью, а для установки и закрепления в металлическом корпусе на их нерабочих концах выполнены утолщения (рис. 1). Секция состоит из пласт-

Вид	Тип	Наружный диаметр щетки, мм								
		32	40	63	80	90	100	120	125	160
Торцовый (из унифицированных элементов)	с тангенциальным расположением проволочных секций			X	X					
	с радиальным расположением проволочных секций				X		X		X	X
	со смешанным расположением проволочных секций				X		X		X	X
Цилиндрический	сборные с осевым расположением проволочных секций				X		X		X	X
	сборные с тангенциальным расположением проволочных секций				X		X		X	X
	цельные с центральным отверстием для оправки				X		X		X	X
	цельные с хвостовиком для крепления	X	X	X						
Сферический	с радиальным расположением проволочного ворса					X		X		

массового держателя 1, в котором на основном стержне 2 специальными скрепками 3 закреплены U-образные режущие элементы 4, изготовленные из стальной проволоки диаметром 0,2—0,4 мм. Свободные концы режущих элементов секции полностью заполнены несколькими слоями (5, 6, 7) резины, жесткость которой увеличивается в направлении к свободным концам режущих элементов. Такое распределение твердости слоев по высоте позволяет стабилизировать жесткость щеток по мере их изнашивания, переточек, а также в случае придания щетке требуемого профиля.

Заполнением проволочного ворса резиновой смесью достигается новое положительное свойство щеток. Во-первых, повышается жесткость ворса за счет того, что все проволочки оказываются связанными между собой. Во-вторых, напряжения изгиба, создающиеся в проволочках в процессе работы, распределяются равномерно по всей их длине, что благоприятно сказывается на стойкости инструмента и тем самым устраняется отламывание «сбрасывание» проволочек ворса, возникающее из-за больших циклических напряжений в зоне их жесткого закрепления. Заполнение ворса резиновой смесью повысило стойкость щеток в 5—10 раз и увеличило производительность обработки (объем удаленного металла в единицу времени) в 4—6 раз.

Разработан ряд типоразмеров плоских и дисковых унифицированных секций, из которых может быть собран проволочный инструмент любого размера и формы.

Корпуса проволочного инструмента в зависимости от условий обработки, параметров детали и заусенцев разрабатываются с учетом требуемого расположения в них секций проволочного ворса.

Сборная цилиндрическая проволочная щетка с расположением осей держателей секций в плоскости ее собственной оси (рис. 2) выполнена в виде диска с Т-образными пазами на периферии для установки секций и двух шайб, закрепленных на торцах диска для фиксации секций. Особенностью конструкции щетки является то, что оси Т-образных пазов секций лежат на образующих конуса,

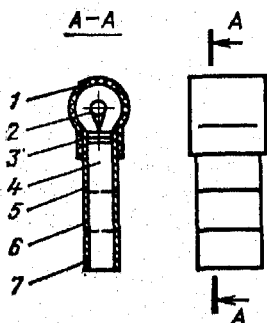


Рис. 1. Унифицированная плоская проволочная секция:

1 — держатель; 2 — основной стержень; 3 — вязальная проволока; 4 — режущие элементы; 5, 6, 7 — слой резины

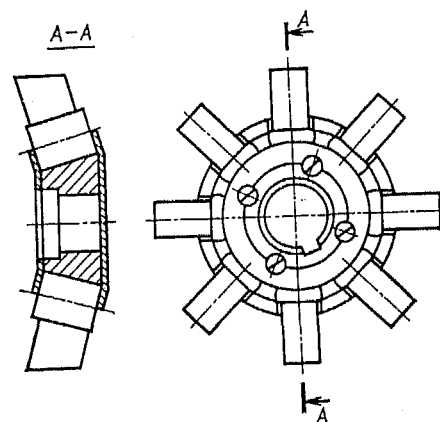


Рис. 2. Сборная цилиндрическая проволочная щетка

ось которого совпадает с осью посадочного отверстия корпуса щетки. Такое расположение секций позволяет использовать щетку при обработке кромок детали до упора в плоскость, перпендикулярно оси щетки.

В цилиндрической щетке с тангенциальным расположением осей держателей секций фиксация секций осуществлена в кольцевой проточке, образованной фланцем корпуса и крышкой.

Цилиндрические неразборные проволочные щетки (рис. 4, 5) состоят из дисковых секций, объединенных в блок при прессовании держателя, являющегося одновременно корпусом самой щетки, одна из которых выполнена с центральным отверстием для закрепления ее на стандартной инструментальной оправке, а другая — с цилиндрическим хвостовиком для крепления в цанговой оправке. Неразборная (блочная) конструкция щеток из унифицированных секций обладает высокой жесткостью и позволяет эффективно удалять крупные заусенцы и скруглять кромки деталей радиусом 0,3—0,5 мм.

Торцовая сборная щетка с тангенциальным расположением секций (рис. 4) выполняется в виде диска с центральным отверстием, на торце которого выполнены Т-образные пазы, образующие равносторонний треугольник. На периферии диска закреплен ленточный обод для предотвращения выпадания секций из корпуса во время работы.

Торцовая сборная щетка с радиальным расположением секций отличается от предыдущей лишь тем, что Т-образные пазы на торце диска расположены в радиальном направлении

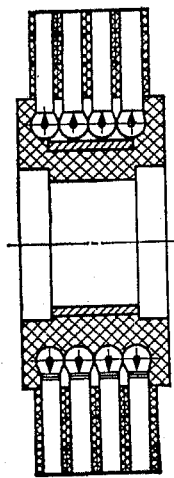


Рис. 3. Цилиндрическая неразборная щетка

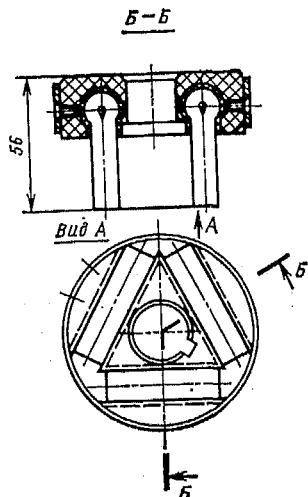


Рис. 4. Торцовая щетка с тангенциальным расположением секций

от центрального отверстия. Это существенно влияет на технологические свойства щетки. Она имеет меньшую жесткость и может применяться так же, как и цилиндрическая при обработке нежестких деталей с шероховатостью поверхностей $Ra \geq 0,8$ мкм.

Торцовая щетка (рис. 5) со смешанным расположением секций (тангенциальным и радиальным) выполнена с параллельными рядами Т-образных пазов на торце диска, что обеспечивает за один оборот двухкратное изменение ее жесткости в каждой точке обрабатываемой детали.

Сферическая щетка, как и цилиндрическая, состоит из набора унифицированных дисковых проволочных секций, связанных у оснований пластмассой, формирующей общий корпус. Особенность конструкции щетки состоит в том, что ее рабочая поверхность выполнена в виде участка сферы, а рабочие элементы расположены в радиальном к поверхности сферы направлении. Данные щетки предназначены для оснащения специальных зачистных головок к станкам типа ОЦ.

Зачистная головка (рис. 6) содержит вал 1, верхним концом которого головка фиксируется в шпинделе станка. Вал охватывается соосным ему полым валом 2, нижний конец которого выполнен в виде конического колеса 3, а верхний имеет упор 4, контактирующий с фиксатором 5, связанным с неподвижной частью шпиндельной бабки станка. На валу, перпендикулярно ему, закреплена ось 6, на которой симметрично относительно оси вала установлены с возможностью вращения конические колеса-сателлиты 7 и 8. На этих колесах закреплены сферические проволочные зачистные щетки 9 и 10.

Зачистная головка работает следующим образом. При включении привода вращения шпинделя станка вал начинает вращаться. Вращение от вала через ось передается коническим колесам-сателлитам, которые обкатываются по зубчато-

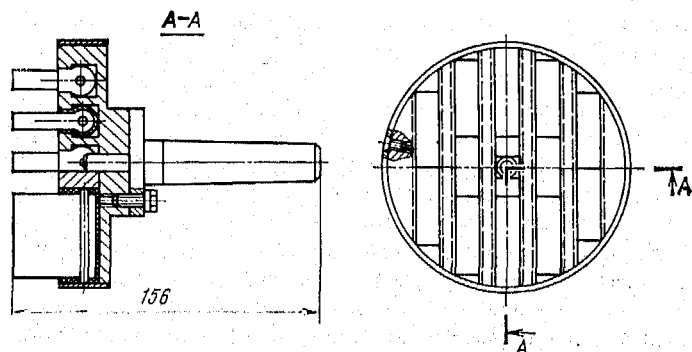
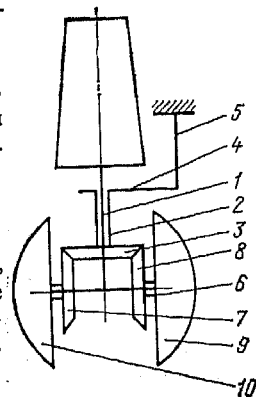


Рис. 5. Торцовая щетка со смешанным расположением секций

Рис. 6. Кинематическая схема зачистной головки



му венцу полого вала, вовлекая в сложное движение, складывающееся из вращательного переносного (относительно оси шпинделя) и относительного (вокруг оси 6) движений.

Применение зачистной головки, оснащенной сферическими щетками, обеспечивает существенное облегчение удаления заусенцев на кромках деталей благодаря циклическому характеру изменения скорости и силы резания в зоне обработки.

Материал проволочного ворса унифицированных секций щеток выбирается в зависимости от материала детали и требуемого качества обработки. Для обработки стальных деталей применяется углеродистая проволока из сталей типа 65Г диаметром 0,1—0,4 мм. В других случаях используются латунная, никромовая проволока.

Для заполнения проволочного ворса секций использована резиновая смесь марок 3311, 3825, В-14 по ТУ 38-005-1166—73, а для держателей секций и корпусов неразъемных щеток использован полиамид марки ПА12-10 ОСТ 6-05-425—76. При изготовлении секций могут быть использованы и другие марки резиновых смесей и пластмасс.

Разработанный проволочный инструмент изготавливается по следующей схеме: изготовление корпусных деталей щетки; изготовление проволочных секций, сборка и профилирование щетки.

Изготовление корпусных деталей, сборка и профилирование щетки выполняют обычными приемами механической обработки и сборки.

Изготовление проволочных секций включает изготовление стержней для блока секций; гофрирование и намотку пучков проволочного ворса на плоской оправке; закрепление пучков проволочного ворса на стержне; резку пучков проволочного ворса; формирование секций и их отделение от блока; обработку заготовки секции лейконатом; заполнение ворса заготовки секции сырой резиной и вулканизация; заливку корпуса секции пластмассой.

Стержни для блока секций рубят из стальной проволоки диаметром 3 мм и длиной, соответствующей длине оправки.

После закрепления стержней на специальной оправке симметрично ее оси выполняют намотку пучков проволочного ворса с требуемым количеством витков в каждом пучке. Намотку с гофрированием наматываемой проволоки выполняют на намоточном станке СН-1.

Закрепление пучков проволоки на прутках производят для предотвращения распада пучков на последующих операциях. Фиксируются пучки на прутках скрепками U-образной формы, обжимающими каждый пучок у прутка. Разрезают пучки проволочного ворса вдоль оправки по ее середине. Это дает возможность одновременного получения двух одинаковых по размерам рядов пучков.

Разрезку блоков на две части осуществляют за один проход на любом из заточных станков, в шпинделе которого закрепляют вулканизованный отрезной круг, а на столе — оправку. Кругу сообщают вращение с частотой 2000—4000 об/мин, а оправке — подачу 2—4 м/мин.

Разделенные ряды проволочных пучков на стержнях снимают с оправки и формируют секции требуемой ширины (по 2, 3, 4 и более пучков в каждой секции). Для этого необходимое количество пучков сдвигают к концу стержня и отрезают его на длину, соответствующую длине основного стержня секции. Эта операция повторяется до тех пор, пока на прутке имеются пучки ворса.

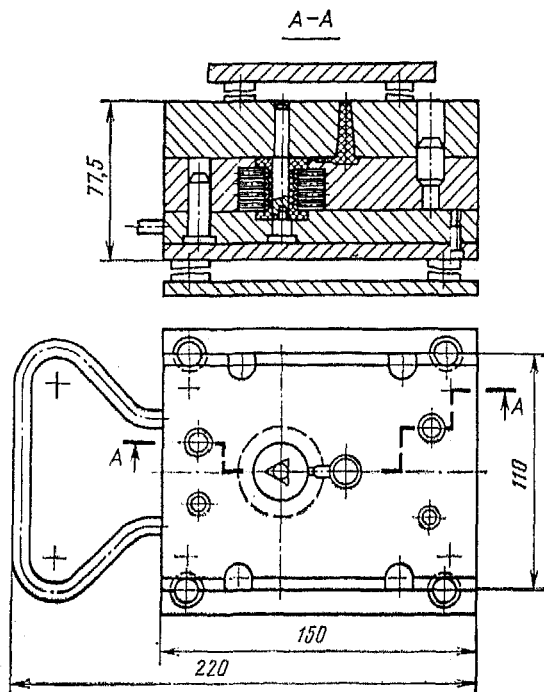


Рис. 7. Литьевая пресс-форма для заливки корпуса щетки

Заготовки круглых секций, в том числе для шаровых щеток, получают из плоских путем изгиба основного стержня с размещенными на нем пучками ворса в кольцо с последующей сваркой места стыка.

В дальнейшем заготовки проволочных секций обезжиривают и обрабатывают лейкономатом для улучшения адгезии проволочного ворса с резиной при вулканизации. После удаления излишков лейконата заготовки просушивают при температуре 50°C в течение 15 мин.

Операцию запрессовки резины в ворс заготовки выполняют на гидравлическом прессе Д62428А в специальных пресс-формах при давлении 7,5 МПа, рабочей температуре 160°C и времени выдержки 15 мин.

Перед выполнением литевой операции материал (полиамид ПА12-10 ОСТ 6-05-425-76) подвергают сушке в вакуумно-сушильной камере при температуре 80—90°C в течение 24 ч до достижения остаточной влажности 0,1—0,2%, после чего полиамид засыпают в бункер литевой машины, на которой выполняют заливку корпусов проволочных секций. Операция выполняется с использованием специальных литевых пресс-форм (рис. 7), предварительно нагреваемых до температуры 60—80°C. В матрицу пресс-формы укладывают одну-две заготовки секции с ворсом, заполненной резиной, собирают пресс-форму, устанавливают в литевой блок и отливают корпус секции при усилии прессования 80—120 МПа, рабочей температуре пресс-формы 80—90°C, времени выдержки под давлением 30 и при охлаждении 60 с, рабочей температуре 220—250°C.

Последней операцией, завершающей процесс изготовления проволочного инструмента, является профилирование рабочей поверхности щетки. В зависимости от типа щетки (торцовая или цилиндрическая) профилирование выполняют после установки секций в корпуса щеток на плоско- или круглошлифовальном станке. Шлифование рабочей поверхности щетки производится с двумя целями: вскрытие концов режущих элементов щетки и придание рабочей поверхности требуемого профиля.

Исследования технологических возможностей эластичного проволочного инструмента и опытная проверка его работы на операциях зачистки деталей позволили выявить рациональные области применения, разработать технологические схемы зачистки

деталей в серийных и массовых производствах, определить оптимальные режимы зачистки.

Одними из наиболее эффективных областей применения проволочного инструмента являются операции зачистки деталей на многооперационных станках ОЦ, в том числе в составе гибких производственных систем (ГПС), а также на специальных автоматизированных станках в массовых производствах.

Высокая степень переналаживаемости станков способствует более широкому внедрению автоматизированных технологических процессов, существенно повышающих производительность труда. Однако из-за большого объема ручных работ по удалению заусенцев и скруглению острых кромок деталей на этих станках трудоемкость изготовления изделий остается все еще высокой.

Анализ производства целого ряда изделий показал, что около 70% ручных операций удаления заусенцев и скругления острых кромок после операций, выполненных на станках ОЦ, не может быть механизировано путем использования объемных высокопроизводительных методов обработки, в частности виброобработки, так как большинство деталей содержит высокоточные поверхности и локальные кромки с различными радиусами скругления.

Опыт применения в отечественной промышленности эластичного проволочного инструмента на станках ОЦ показал его эффективность на операциях удаления заусенцев и скругления острых кромок после механической обработки деталей. При этом концентрация на одном станке формообразующих и зачистных операций создает условия для полной автоматизации производства и способствует уменьшению трудоемкости обработки сложных деталей.

Траекторию относительно перемещения щетки и обрабатываемой детали выбирали из условия: каждый участок обрабатываемой кромки должен быть подвергнут воздействию режущих элементов щетки в прямом и обратном направлениях, перпендикулярно кромке по меньшей мере один раз.

Трудоемкость ручной зачистки корпусной детали после ее изготовления на станке ОЦ1И-21 ручным инструментом (напильники, шаберы) составляла 10 мин. Кроме того, наличие заусенцев на кромках базовых поверхностей не позволяло оператору станка осуществлять оперативный контроль качества механической обработки. В результате дополнения фрезерных операций, выполняемых на станке ОЦ1И-21, зачистными переходами, на которых удаление заусенцев производится автоматически по программе с помощью торцовых секционных щеток, удалось снизить трудоемкость ручной зачистки на 50%. Обработку этой детали осуществляли щетками со сплошной заливкой ворса секций резиновой смесью В-14 ТУ 38-005-1166-73. Материал ворса — проволока П-0,3 ГОСТ 9389-75.

Режим зачистки: частота вращения щеток (реверсивная) ± 1000 об/мин, подача 1000 м/мин, натяг 0,6—0,9 мм; число проходов 2.

Обработанные кромки детали после зачистки имели скругления с радиусом не менее 0,2 мм. Процесс внедрен в производство.

Зачистка трубчатых деталей от напылов припой после соединения их с арматурой методом пайки (припой ПОС-40) являлась одной из наиболее трудоемких ручных операций.

По действовавшей технологии удаление припоя с кромок и углов сопрягаемых деталей выполнялось вручную с помощью шаберов, напильников, абразивных шкур. Процесс малопродуктивный. Трудоемкость зачистки составляла 0,18 нормо-ч.

Недостатком существовавшей технологии являлось неполное удаление остатков припоя с поверхностей (деталей) в месте их сопряжения.

Разработанный процесс зачистки деталей после пайки позволил механизировать операцию и повысить производительность. Процесс предусматривает механизированную зачистку

деталей специально заправленными проволочными щетками со следующими характеристиками:

Наибольший диаметр щетки, мм	100
Ширина, мм	30
Диаметр проволоки ворса, мм	0,3
Тип секций щетки	Дисковый
Угол заточки щетки, градус	70—80
Материал заливки ворса	Резиновая смесь В-14
Материал корпуса	ТУ 38-005-1166—73 Полнамяд ПА 12-10 ОСТ 16-05-425—76

Предварительные исследования позволили установить рациональные режимы зачистки, обеспечивающие необходимые требования

Частота вращения, об/мин	1200—2000
Продольная подача, м/мин	1—3
Усилие прижима, Н	10—40
Число проходов	1—2

Стойкость щетки составляет 80 обработанных изделий. Механизированный процесс зачистки внедрен в производство.

Приведенные примеры — далеко не полный перечень возможностей применения разработанного эластичного проволочного инструмента. Расчеты показывают, что рациональное обеспечение проволочным инструментом предприятий страны позволит на каждом из них высвободить 25—100 рабочих, занятых в настоящее время на ручных слесарных операциях.

УДК 621.91:62—26:621.763

Полимерсодержащие технологические композиции для вибрационной обработки деталей

Кандидат технических наук И. Н. ТОРОПОВСКАЯ, инженер
Р. П. БРУХ, кандидат технических наук В. Е. ШЕСТОПАЛОВ

Вибрационная обработка деталей широко применяется в промышленности для механизированной очистки, зачистки, шлифования поверхности деталей. За последние годы значительно повысились требования к качеству поверхности деталей. Возникают проблемы замены ручных процессов полирования, глянцеваания при подготовке поверхности перед нанесением покрытий или финишной отделке поверхности, решение этих проблем возможно лишь на базе расширения ассортимента технологических средств — абразивных материалов и технологических жидкостей.

Особую роль в процессе виброобработки играют технологические жидкости, которые позволяют значительно расширить технологические возможности воздействия на поверхность металла.

Многие зарубежные фирмы предлагают потребителю широкий ассортимент специальных компаундов для различных разновидностей обработки металлов, содержащих кислоты, щелочи, неорганические и органические соли и поверхностно-активные вещества (ПАВ).

В нашей стране до настоящего времени вопрос создания специальных технологических жидкостей, обеспечивающих достаточно высокий уровень технологии, не получил должного развития.

Рекомендованные в свое время ЭНИМСом и другими организациями составы устарели и не обеспечивают возросших требований к качеству обработки поверхности и экологии. В составах жидкостей, применяемых в производстве, до сих пор используются такие токсичные вещества, как соединения хрома, нитрит натрия и др.

В последние годы предложен ряд высокоэффективных технологических составов на основе кислот, щелочей и других химических агентов, которые, однако, не нашли широкого применения в промышленности из-за их агрессивности и высокой концентрации.

Так, состав (1) для виброшлифования нержавеющей стали содержит от 15 до 45 г/л соляной и винной кислот, красную кровяную соль и другие вредные компоненты при максимальной суммарной концентрации до 60 г/л. Состав (2) содержит едкую щелочь, имеет максимальную концентрацию компонентов более 50 г/л. Состав (3) содержит едкую щелочь, медный купорос, фториды при суммарной концентрации до 200 г/л.

Ряд предлагаемых составов на основе ПАВ (4) неагрессивны и менее токсичны, однако недостаточно эффективны и

содержат дорогостоящие и малодоступные вещества, в связи с чем их применение также затруднено.

При создании композиций, имеющих промышленное значение, должны быть учтены требования современного экологически чистого массового производства. К числу этих требований, помимо высокой эффективности, относятся хорошие эксплуатационные свойства, достаточный срок работоспособности, седиментационная устойчивость, низкая суммарная концентрация компонентов, отсутствие неприятного запаха, малотоксичность, неагрессивность. Композиции должны удовлетворять требованиям экологии, т. е. не должны содержать трудноудаляемых токсичных ионов, биологически жестких ПАВ. Немаловажно также, чтобы они базировались на дешевом и доступном сырье.

Специфика процессов вибрационной обработки такова, что технологическая среда избирательно воздействует на поверхность металла в зависимости от его вида, структурного состояния, характера обрабатываемых тел и других факторов. По этой причине технологические составы, обеспечивающие высокую эффективность при одних условиях обработки, могут быть совершенно не пригодны для других металлов и условий обработки.

В связи с этим принципы и подходы к выбору компонентов технологических жидкостей для различных разновидностей виброобработки различны.

При воздействии циклической ударной нагрузки, характерной для виброобработки в присутствии химически и поверхностно-активной технологической среды, имеет место динамическое равновесие процессов непрерывного образования и разрушения адсорбционно-сольватных слоев на поверхности ударного контакта. Роль этих слоев существенно различна в случаях, например, виброабразивного шлифования и виброполировки в неабразивной среде.

При виброабразивном шлифовании происходит сошлифованные микровыступов с образованием свежезачищенной поверхности металла.

Роль компонентов среды в этом процессе заключается в адсорбционно-химическом взаимодействии со свежесформированной поверхностью. Продукты такого взаимодействия должны облегчать протекание единичных актов фрезирования зернами абразива и в то же время экранировать поверхность от повторного осаждения микроастиц изнашивания металла и абразива.

Формирование шероховатости при этом происходит за счет демпфирующего действия образующихся защитных структур, препятствующих механическому повреждению абразивными зеркалами.

Формирование поверхности при виброобработке в неабразивной среде, например в среде полированных стальных шариков, происходит также по адсорбционно-шленочному механизму, однако в отличие от первого случая в условиях пассивирования металлической поверхности и защиты ее от корро-