

Рекомендуемые области применения регулируемых проволочных инструментов по их классификационным признакам

77-48211/516085

11, ноябрь 2012

Соловьев А. И., Соловьев Н. А.

УДК 621.952.2-520:658.512

Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

k_mt3@org.bmstu.ru

Одним из направлений комплексной автоматизации производства является создание технических возможностей автоматизации выполнения всех переходов изготовления изделий. Относимые ранее к разряду второстепенных, операции отделочно-зачистной обработки (ОЗО) ввиду своей многочисленности, трудоёмкости и малой изученности стали одной из проблем, сдерживающей внедрение автоматизированных производств.

Операции ОЗО, которым в настоящее время подвергается 85 - 95 % изготавливаемых деталей, выполняются практически после каждого этапа технологического процесса механической обработки, однако, при этом они автоматизированы только на 10-20 %, механизированы на 35- 45 %. Удельный вес трудоёмкости ОЗО, например, при производстве деталей механической обработкой составляет - 30 – 40 %.

Большая часть переходов по изготовлению деталей сопровождается образованием ликвидов, которые согласно техническим требованиям, должны быть удалены.

Ликвиды - термин, определяющий различные по условиям образования дефекты. Все ликвиды можно разбить на две группы: в первую группу включают ликвиды, которые образуются при изготовлении заготовок; во вторую - образовавшиеся при механической обработке.

К первой группе ликвидов относятся заусенцы и грат, которые образуются на деталях, поступающих на сборку сваренного узла после газорезки или заусенцы, образовавшиеся на деталях после резки на гильотинных ножницах. В основном, эти ликвиды удаляются при выполнении заготовительных работ.

При механической обработке ликвидами являются заусенцы, частицы краски, шаржированные элементы стружки. К ликвидам относятся также элементы, которые должны быть удалены при выполнении перехода, притупить (снять) острые кромки.

Существуют несколько причин, которые приводят к необходимости удаления ликвидов. Их можно разделить на два вида: функциональные и эргономические.

К функциональным причинам относятся производственные, не допускающие наличие ликвидов на поверхностях установочных элементов или базовых поверхностях, что снижает точность установки детали.

С точки зрения работы собранного механизма частицы заусенцев при их разрушении могут вызвать отказ в работе из-за заклинивания деталей, или повреждения трущихся частей деталей.

К эргономическим причинам относятся: опасность ранения обслуживающего персонала при последующей обработке деталей, сборке, эксплуатации и ремонте (т. е. необходимость соблюдения требований техники безопасности).

Таким образом, помимо окончательного (перед сборкой) существует необходимость снятия ликвидов в процессе механической обработки между установами и переходами.

Наиболее распространенными методами удаления ликвидов являются галтовка; вибрационная обработка; обдувка воздушным, водным и абразивным потоком; электрохимическая и термическая обработка; зачистка проволочными инструментами (ПИ). Одним из перспективных способов ОЗО, позволяющим с высокой производительностью выполнять ряд операций зачистки и отделки поверхностей деталей машин, является обработка материалов проволочными инструментами.

Известны случаи эффективного использования лезвийных способов зачистки, магнито- абразивного удаления заусенцев, удаления взрывом и ультразвуком. Каждый метод характеризуется своими рациональными областями применения, преимуществами и недостатками.

Однако, в условиях автоматизированного производства целесообразно не увеличение многообразия реализуемых оборудованием способов ОЗО, а расширение технологических возможностей наиболее универсального способа удаления ликвидов.

С этой точки зрения перспективным представляется метод обработки проволочным инструментом. Осуществляемое данным методом снятие ликвидов характеризуется высокой производительностью, качеством и надёжностью. Эффективность метода обуславливается также рядом следующих преимуществ: долговечность ПИ; высокая избирательность процесса; улучшение условий труда и норм техники безопасности (снижение уровня шума и т. д.); возможность обработки нежестких, хрупких деталей из металлов и неметаллов; способность без повреждения инструмента воспринимать ударные нагрузки, резкие изменения режимов обработки.

Традиционно проволочные инструменты подразделяют на группы: щётки (Щ), иглофрезы (И) и, выделенные в самостоятельный класс, щёточные устройства (ЩУ), характеризующиеся структурой инструмента (форма, количество и взаиморасположение режущих кромок и режущих элементов, наличие и вид дополнительных механизмов). Щётки и иглофрезы различают по коэффициенту плотности укладки ворса Кп. Для щёток Кп равен 0,5...0,7, для иглофрез - 0,7...0,9 [1].

Оценивая возможности ЩУ по способности регулирования собственных характеристик непосредственно в процессе обработки следует особо выделить группу, названную « регулируемые ». Понимая под термином « регулируемые » устройства, устройства содержащие набор режущих элементов (дисковый, торцовый модульный и т. п.) или комплекс микрощёток и средство изменения интенсивности режущего действия.

Их подразделяют на ПИ с активными элементами и ПИ с элементами регулировки собственных характеристик, управляемых системой управления станка или робота [1].

Основной принцип регулируемых ПИ - реализация преимуществ, присущих только ПИ, а именно, наличие режущей податливой кромки, состоящей из множества

микрорезцов - проволочек и возможность интенсификации режущего и ударного действия в процессе обработки, как изменением режимов резания, так и изменением геометрических параметров ПИ. При этом ПИ с пассивными элементами служат только для предотвращения или компенсации возмущающего воздействия. ПИ с активными элементами компенсируют возмущающее воздействие и соответствующим образом подстраивают одну или несколько своих характеристик под характер обрабатываемой поверхности [1, 2].

В качестве режущих элементов (ворса), в основном, применяют металлическую проволоку диаметром 0,1...1,0 мм из сталей 50, 55, 65Г, У9А и т. п. Твердость материала ворса должна быть минимум в 1,4 раза выше твердости обрабатываемого материала.

Характерные для процессов механической обработки ликвиды представлены на рис. 1. Кроме того, появляются ликвиды на операциях сверления, точения, строгания, шлифования, хонингования, доводки и др., которые при общей аналогии образования отличаются меньшими размерами.

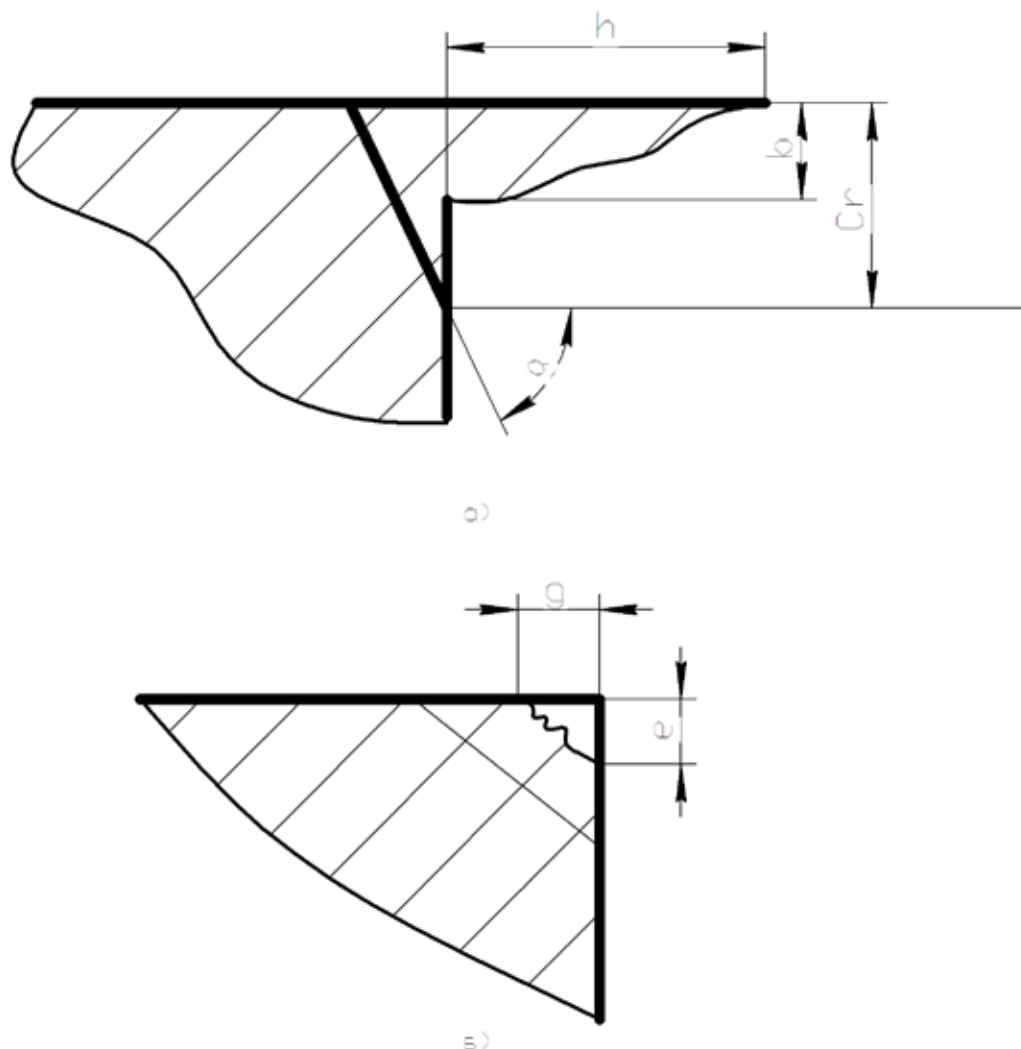


Рисунок 1. Ликвиды, образующиеся после механической обработки
а) параметры профиля сечения заусенца;
б) параметры профиля сечения скола

Установлено, что для деталей из конструкционных сталей ликвидами в основном являются заусенцы; при обработке деталей из чугуна в качестве ликвидов следует рассматривать не только образующиеся при лезвийной обработке заусенцы, но и сколы величиной до 0,5 мм, появляющиеся, главным образом, на черновых переходах лезвийной обработки [3].

Достаточной информацией для удаления ликвидов служат следующие их параметры: толщина корня b (ширина скола e) и высота h ликвида (высота скола g), их изменения по длине обработки, материал заготовки, профиль кромок заготовки, на которых образуются ликвиды.

Удаление ликвида возможно путём его излома в результате ударного воздействия проволочек или срезания за счёт режущего воздействия. Гарантированное удаление ликвидов обеспечивается при получении после зачистки фаски, размер катета C которой превышает размер корня ликвида b (ширину e и высоту g скола) на 0,05...0,1 мм (рис. 1).

Множество теоретических исследований процесса иглофрезерования посвящено геометрическим и силовым параметрам зачистной операции.

Обработка материалов ПИ позволяет в 2 -3 раза снизить исходную шероховатость поверхности заготовки. Лучшие достигнутые результаты при обработке щётками - до Ra 0,12 - 0,44 мкм, иглофрезами - до Ra 0,32 - 0,64 мкм.

Развитие представления о процессе ОЗО имеет не только теоретическое значение, позволяющее более глубоко понять физическую сущность процесса, но и практическое, так как оно даёт возможность надёжно оценивать пригодность ПИ различной конструкции к различным условиям эксплуатации, а изучение механизма взаимодействия проволочных режущих элементов с поверхностью зачищаемой детали необходимо для правильного выбора конструктивных характеристик ПИ и параметров режима зачистки.

В результате проведённого обобщения различных конструкций регулируемого ПИ [1, 2, 3] была разработана классификация регулируемых ПИ, а также осуществлена попытка определения области использования ПИ с различными регулируемыми параметрами.

На рис. 2 представлена классификация регулируемых ПИ. Здесь регулируемые ПИ подразделяют: по характеру - на инструменты дискретного и плавного регулирования; по способу – ручного и автоматического регулирования; по количеству регулируемых параметров -на инструменты с одним и несколькими параметрами регулирования. Инструменты с несколькими параметрами могут регулироваться как последовательно, так и параллельно. Классифицируя регулируемые параметры ПИ, следует выделить (рис. 3): параметры режущих элементов (ворса) (форма - в продольном и поперечном направлении, диаметр; материал) ; вылет режущих элементов; плотность укладки режущих элементов; угол наклона пакетов режущих элементов; угол поворота пакетов режущих элементов; плотность расположения пакетов режущих элементов; форма и размеры рабочей части ПИ.

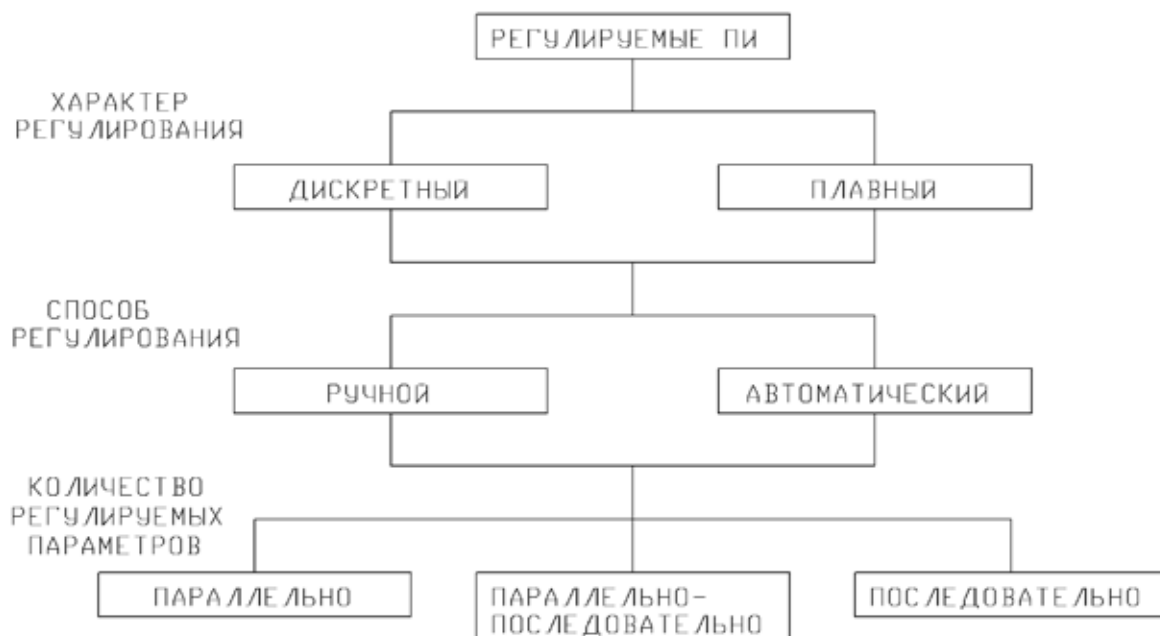


Рисунок 2. Классификация регулируемых проволочных инструментов

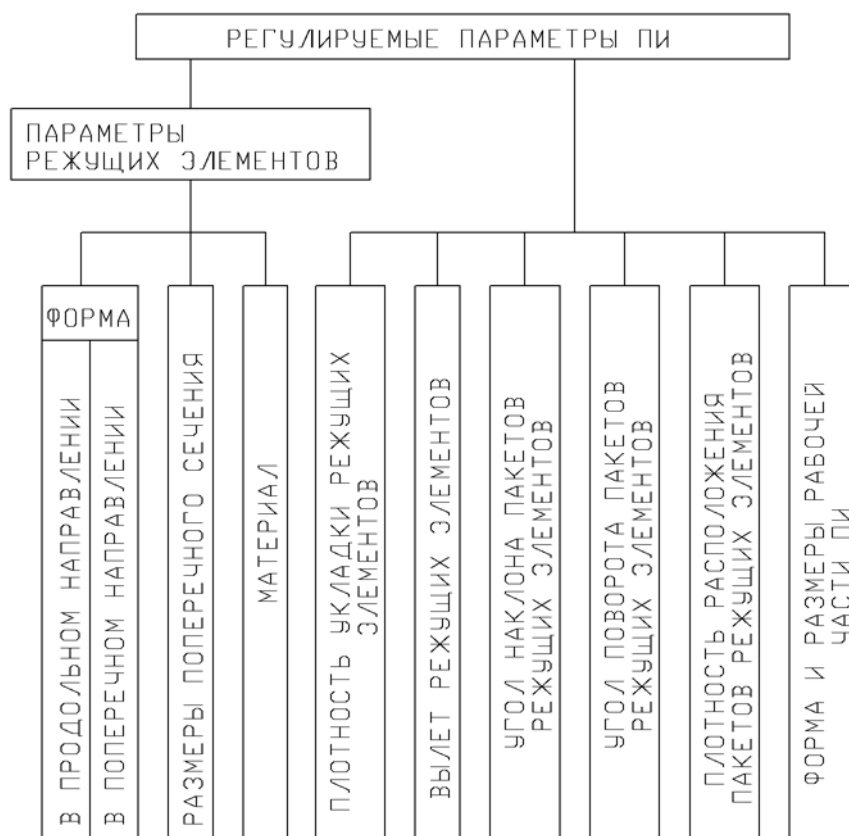


Рисунок 3. Классификация регулируемых параметров для ПИ

Если в процессе зачистной операции требуется изменять производительность обработки на различных переходах зачистки одним и тем же проволочным инструментом, то в качестве наиболее эффективных регулируемых параметров режущих элементов рекомендуются: размеры поперечного сечения; материал; вылет; плотность укладки.

Когда число устанавливаемых инструментов в магазине станка с ЧПУ ограничено, но требуется удалить ликвиды с поверхностей, имеющих сложное расположение в пространстве, следует выбирать ПИ обладающие большой универсальностью. Степень универсальности ПИ может быть существенно повышена за счёт изменения таких параметров, как изменение: угла наклона и угла поворота пакетов режущих элементов; геометрических параметров рабочей части инструмента.

Для придания различных технологических свойств поверхностному слою той или иной поверхности детали целесообразно применять ПИ с такими регулируемыми параметрами как: плотность расположения пакетов режущих элементов; плотность укладки, размер поперечного сечения, вылет режущих элементов.

Очевидно то, что в большинстве работающих конструкций регулируемых ПИ используют параметры: плотность укладки режущих элементов; вылет режущих элементов; угол поворота пакета режущих элементов; формы и размеры рабочей части ПИ, по остальным шести регулируемым параметрам существует большое поле деятельности для изобретателей.

Традиционные конструкции ПИ не позволяют регулировать их параметры, они нуждаются в частой правке и перезаточке режущих элементов. Поэтому были разработаны конструкции, которые учитывают недостатки традиционных ПИ.

Развитие и совершенствование регулируемых конструкций ПИ позволит технологам существенно продвинуться в вопросе оснащения операций ОЗО наиболее универсальными и эффективными инструментами.

На основании анализа состояния вопроса и основных проблем зачистной обработки можно сделать следующие выводы.

Удаление ликвидов с использованием ПИ является перспективным методом зачистки деталей, обладает рядом преимуществ перед известными способами ОЗО, характеризуется высокими эффективностью режущего и упрочняющего действия, избирательностью процесса, регулируемостью параметров инструмента. Данный метод совместим с переходами механической обработки деталей, то есть легко встраивается в уже существующий технологический процесс, не разрывая его, используя возможности имеющегося на производстве автоматизированного механообрабатывающего оборудования.

Скругление кромок, снятие фасок, удаление заусенцев и других ликвидов непосредственно на автоматизированном оборудовании позволит исключить субъективные факторы, вносимые рабочим при выполнении слесарно-зачистных операций, обеспечить повышение качества зачистки, стабилизацию технологических параметров и физико-механических свойств зачищаемых поверхностей по всей длине обработки.

Решение проблем зачистки в автоматизированном производстве может быть осуществлено следующими путями:

- исключением возможности появления заусенцев или необходимости их удаления (за счет соответствующего конструирования детали и проектирования процесса механической обработки);
- обеспечением условий эффективного удаления заусенцев в процессе механической обработки (путем стабилизации разброса технологических параметров и физико-механических свойств удаляемых ликвидов, совершенствования конструкций заготовок и регулируемых ПИ).

Реализация указанных путей возможна при предъявлении соответствующих требований ко всему комплексу объектов производства и выполнении их на этапах конструирования и проектирования технологического процесса механической обработки (включая все элементы оснастки и технологии: инструмент, приспособление, оборудование, режимы обработки и др.).

Список литературы

1. Лошкарев В.М. К вопросу о классификации проволочных инструментов // Прогрессивная технология механосборочного производства: Сб. статей. М. : МГТУ, 1989. – с. 61-76 (Труды МГТУ №535).
2. Лошкарев В.М. Щеточные устройства для роботизированной зачистки // Современные вопросы механики и технологии машиностроения: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн.конф. - Одесса, 1986. - с. 86.
3. Соловьев А.И., Медведев Д.А. Исследование процесса удаления ликвидов проволочными инструментами на многоцелевых станках // Технология механосборочного производства: Сб. статей. М.: МГТУ, 1992. - с. 40-51(Труды МГТУ № 559).