

Заклучэнне. Даследаваны прапускныя ўласцівасці кругавога і эліптычнага пераходаў у нестацыянарным рэжыме функцыянавання. Устаноўлена, што наяўнасць засаўкі, якая рухаецца раўнамерна, прыводзіць да зніжэння прапускной характарыстыкі ў два разы.

Спіс цытаваных крыніц

1. Русан, С. І. Даследаванне прапускной здольнасці тэхналагічных пераходаў са зменнымі параметрамі / С. І. Русан, Л. Л. Сотнік // *Техника и технологии: инновации и качество : материалы V Междунар. науч.-практ. конф.*, 20 дек. 2018 г., г. Барановичи, Респ. Беларусь. — Барановичи : БарГУ, 2018.

УДК 621.9

Н. Н. Черкасов, Е. А. Веремейко

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ СВЕРЛАМИ С ВНУТРЕННИМ ОТВОДОМ СТРУЖКИ

Введение. Обработка глубоких отверстий, число которых в ряде конструкций достигает 11 000, является одной из наиболее сложных и трудоемких операций механической обработки корпусных деталей.

При изготовлении деталей особого назначения широко применяют низкоуглеродистые легированные и коррозионностойкие стали 10X2M, 10ГН2МФА, 09Г2СА, 08Х18Н10Т и др. Требования к этим сталям: высокая прочность, вязкость, устойчивость к воздействию агрессивных сред. Сочетание указанных свойств позволяет отнести перечисленные материалы к труднообрабатываемым.

Основная часть. Ввиду значительных габаритных размеров и массы заготовок трубных досок и коллекторов, а также большого числа глубоких отверстий обработку наиболее целесообразно выполнять на специальных станках для глубокого сверления, оснащенных системой ЧПУ. При глубоком сверлении в деталях в основном применяют инструменты с внутренним отводом стружки (типа ВТА) и ружейные сверла. С учетом требований по качеству поверхностного слоя и точности обработанных отверстий после предварительного сверления может потребоваться развертывание [1].

Инструмент ВТА состоит из режущей головки, крепящейся резьбовым соединением на стебле. По сравнению с ружейными сверлами инструмент с внутренним отводом стружки обладает рядом преимуществ: более высокой жесткостью стебля, что положительно влияет на точность размеров и формы отверстия; отсутствием контакта стружки с обработанной поверхностью, что благоприятно сказывается на качестве обработанной поверхности; возможностью быстрой замены режущей головки, что упрощает обслуживание. Современной тенденцией стало все более широкое применение в конструкциях инструмента ВТА и ружейных сверл сменных неперетачиваемых твердосплавных режущих пластин, в том числе с износостойкими покрытиями [2].

Применение инструмента ВТА требует обеспечения гарантированного дробления стружки, необходимого для надежного ее извлечения, что при сверлении низкоуглеродистых легированных и коррозионностойких сталей с высокими пластическими и прочностными свойствами является сложной задачей.

Для надежного обеспечения дробления стружки широко применяют стружкоделители и стружколомные порожки. Количество и геометрические параметры стружкоделителей и стружколомных порожков определяются свойствами обрабатываемого материала и режимами резания. Эффективная работа стружколомных порожков обеспечивается в определенном диапазоне режимов резания (скоростей резания и подачи).

Для сталей, применяемых для деталей особого назначения, дробление стружки обеспечивается при подаче 0,07...0,14 мм / об (рисунок 1, а). Верхний предел подачи ограничивается прочностью корпуса инструмента, износостойкостью и прочностью режущих пластин. Скорость резания — 50...70 м / мин в зависимости от свойств обрабатываемого материала и применяемого твердого сплава. Указанные режимы резания обеспечивают высокую производительность обработки. Вместе с тем работа на данных режимах сопровождается сравнительно высокой (до 0,2 мм) разбивкой диаметров просверленных отверстий, формированием в поверхностном слое растягивающих остаточных напряжений 1-го рода и повышенным износом кондукторных втулок.

Кроме того, эффективность работы инструмента зависит от стабильности свойств материала заготовки, что не всегда обеспечивается для заготовок больших размеров и массы. Наличие карбидных или силикатных включений, различная твердость материала в пределах одной заготовки затрудняют подбор геометрии режущей части и эффективных режимов резания.

К примеру, при обработке ряда заготовок из стали 09Г2СА, имеющих большое количество силикатных включений, инструментом ВТА со сменными твердосплавными неперетачиваемыми пластинами, со стружкоделителями и стружколомными порожками включения высокой твердости оказывают абразивное воздействие, вызывая интен-

сивный износ режущих пластин как по задней, так и передней поверхности, что приводит к изменению геометрической формы пластин. Ширина фаски износа увеличивается к периферии режущей пластины. При работе с изношенной режущей кромкой происходит изменение направления схода стружки, в результате она не упирается в стружколомные порожки и не дробится. Фаска износа по передней поверхности режущей пластины начинает выполнять роль своеобразного порожка, изменяющего направление схода стружки. Увеличение подачи на оборот до некоторого предела позволяет компенсировать влияние фаски износа на эффективность стружкодробления.

Но увеличение подачи приводит к росту нагрузок и более интенсивному износу режущей пластины и корпуса инструмента. Для обработки стали 09Г2СА эффективные значения подачи составляют 0,08...0,1 мм / об. Дальнейшее увеличение подачи ограничено прочностью корпуса инструмента и стойкостью режущих пластин.

В условиях, когда эффективность инструмента со стружкоделителями и стружколомными порожками мала, целесообразно применение другого принципа дробления стружки. В этом случае стружка дробится в результате скручивания в корпусе режущей головки, а не от упора в стружколомный порожек. Режущая часть инструмента имеет упрощенную геометрию, без стружкоделителей, что делает рациональным применение напайных режущих пластин с возможностью многократной переточки. Для обеспечения надежного дробления стружки действует ограничение по ее толщине, что достигается снижением подачи на оборот. В зависимости от геометрии режущей части инструмента и свойств обрабатываемого материала эффективное дробление и эвакуация стружки обеспечиваются при подаче 0,02...0,04 мм / об (см. рисунок 1, б). Применение меньшей подачи нецелесообразно из-за снижения производительности обработки.

При сверлении на указанных режимах резания нагрузки на режущей кромке значительно меньше, износ происходит преимущественно по задней поверхности режущей пластины. Инструмент сохраняет стабильность характеристик в условиях серийной обработки отверстий, менее чувствителен к неоднородностям материала обрабатываемой заготовки. Кроме того, работа в таких условиях приводит к меньшей (до 0,05 мм) разбивке диаметра просверленных отверстий, формированию в поверхностном слое остаточных напряжений сжатия. В ряде случаев при отсутствии особых требований к состоянию поверхности возможна однопроходная обработка (без дополнительного развертывания), что частично компенсирует увеличение трудоемкости обработки за счет понижения режимов резания [2].

При изготовлении деталей теплообменной аппаратуры, предназначенной для АЭС, нередко выдвигаются особые требования к состоянию поверхностного слоя обработанных отверстий. Не допускается наличие рисок, ограничивается степень деформационного упрочнения поверхностного слоя, исключается наличие растягивающих остаточных напряжений. Для гарантированного обеспечения указанных требований необходимо применение финишной обработки — развертывания. Целесообразно применение разверток специальной конструкции, которые крепятся на тот же стембель, что и головка инструмента ВТА при предварительном сверлении, чем обеспечивается обработка детали на одном рабочем месте за одну установку. Припуск под развертывание определяется толщиной слоя, имеющего растягивающие остаточные напряжения. При выводе развертки из отверстия в условиях наличия сжимающих остаточных напряжений часто остается след от элементов режущей части инструмента глубиной 3...5 мкм. В этом случае необходимо выводить инструмент из отверстия с вращением, сохраняя подачу на оборот такую же, как и при развертывании [3].

Применение развертки позволяет не только обеспечить требуемые характеристики поверхностного слоя обработанных отверстий, но и компенсировать возможные погрешности, возникающие в процессе предварительного сверления. С учетом высокой стоимости обрабатываемых изделий и недопустимости отклонений двухпроходная обработка является обоснованной.



а)



б)

а — с пластинами стружкоделитель и стружколомный порожек (подача 0,1 мм / об);
б — с режущей пластиной без стружкоделителя (подача 0,03 мм / об)

Рисунок 1 — Стружка при сверлении стали 10Х2М инструментом ВТА диаметром 15,85 мм

Заключение. Применение инструмента ВТА с пластинами стружкоделителем и стружколомным порожком (подача 0,1 мм / об), режущей пластиной без стружкоделителя (подача 0,03 мм / об) позволяет с высокой эффективностью решать задачи обработки глубоких отверстий в материалах, применяемых в машиностроении.

Список цитируемых источников

1. Терехов, В. М. Исследование состояния поверхностного слоя глубоких отверстий в деталях ответственных теплообменных аппаратов / В. М. Терехов // Технология машиностроения. — 2001. — № 3. — С. 41—45.
2. Могутов, И. В. Особенности обработки глубоких отверстий / И. В. Могутов, Д. Н. Клауч, Е. Г. Ягуткин // Технология машиностроения. — 2013. — № 7. — С. 16—18.
3. Рагрин, Н. А. Научные основы повышения качества поверхности обработанной быстрорежущими спиральными сверлами / Н. А. Рагрин, А. А. Айнабекова, У. М. Дыйканбаева // Технология машиностроения. — 2017. — № 5. — С. 13—16.

УДК 621.785.5

Н. Н. Черкасов¹, С. А. Саханько¹,
Д. Канашка², кандидат технических наук, доцент,
М. В. Нерода³, кандидат технических наук, доцент

¹Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

²Латвийский сельскохозяйственный университет, Елгава, Латвия,

³Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», Брест

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КРЫШКА» МЕТОДОМ ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО АЗОТИРОВАНИЯ В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫСОКИХ ТРЕБОВАНИЙ К КАЧЕСТВУ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Введение. Важным фактором упрочняющей обработки методом ионно-плазменного азотирования (далее — ИПА), например, штамповой или литейной оснастки, является обеспечение высоких требований к шероховатости поверхности и твердости. Как известно из [1], ИПА изменяет качество поверхности — у деталей, имеющих поверхности с низкими значениями шероховатости происходит ухудшение качества, а у деталей с высокими значениями шероховатости поверхностей — наоборот, улучшение их качества. Причиной этого является температурное воздействие на поверхности изделия, которое может произойти как при разогреве садки в разряде, когда осуществляется процесс ионного бомбардирования поверхности, так и на стадии выдержки, в зависимости от режима обработки. Таким образом, уже на стадии разогрева происходит изменение шероховатости поверхности.

Различные условия эксплуатации требуют создания регулируемых технологий азотирования с получением диффузионных слоев различного фазового состава и структуры, что определяет работоспособность изделий в режиме износа, коррозии, знакопеременных нагрузок, сопротивления ползучести при повышенных температурах. В этой связи большое значение приобретает исследование режимов обработки, которые позволяют получить заданную структуру и фазовый состав азотированного слоя, обеспечивающие оптимальные характеристики изделий.

Целью настоящей работы является исследование процесса ИПА детали «Крышка» в зависимости от параметра процесса — химической активности тлеющего разряда.

Основная часть. Процесс ИПА состоит из нескольких последующих этапов, характеризующихся определенными технологическими и физическими особенностями. После вакуумирования рабочей камеры до некоторого остаточного давления на детали-катод подается напряжение (пульсирующее или постоянное), затем постепенно идет увеличение подаваемой мощности — это так называемый процесс очистки деталей ионной бомбардировкой. Для того чтобы этот процесс протекал эффективно, разрядное напряжение должно быть на уровне 600 вольт и более. В течение данного цикла (шага или сегмента процесса) происходит зарождение микродуг, которые очищают поверхности от остатков моющего средства, окислов и других загрязнений. Для эффективного управления процессом ИПА на промышленном оборудовании необходимо знать характер взаимосвязи мощности разряда и давления газа в рабочей камере в зависимости от степени ее загрузки. Рассчитав значение комплекса $S_{\alpha-Fe}^{лег*} \sqrt{D_{\alpha-Fe}^{лег}}$, где $S_{\alpha-Fe}$ — растворимость азота в легированном альфа-твердом растворе железа, $\sqrt{D_{\alpha-Fe}^{лег}}$ — коэффициент диффузии азота в легированном альфа-твердом растворе железа, можно определить состав насыщающей среды (процент азота) при разогреве и на первых шагах выдержки, чтобы не сформировался преждевременно «белый» нитридный слой, который затормозит диффузию азота в металл, т. е. плотность потока азота Π_{N_2} (л / ч · м²), обеспечиваемая разрядом.

Таким образом, рассчитанное значение растворимости азота и коэффициента диффузии позволяют выбрать время и величину плотности потока азота таким образом, чтобы ни при разогреве садки, ни в начальной стадии выдержки не образовывался нитридный слой.