

УДК 621.7

ВЗАИМОСВЯЗЬ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИНСТРУМЕНТА И КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ УЗЛА КРЕПЛЕНИЯ МЕТОДОМ ПЛАСТИЧЕСКОГО СВЕРЛЕНИЯ

*Е.Ю. ТАТАРКИН, доктор техн. наук, профессор
Р.А. АНЗЫРЯЕВ, аспирант
(АлтГТУ им. И.И. Ползунова, г. Барнаул)*

Статья поступила 25 июня 2012 г.

Татаркин Е. Ю. – 656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 46, Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, e-mail: agtu-otm2010@mail.ru

Проведен конечно-элементный анализ напряженно-деформированных состояний узла крепления при пластическом сверлении инструментом с конической и криволинейной формами рабочей части. Отражено влияние формы рабочей части инструмента на возникновение разрывов в процессе пластического сверления.

Ключевые слова: геометрические параметры инструмента, разрыв, напряженно-деформированное состояние, пластическое сверление, узел крепления.

В машиностроении достаточно широко применяются изделия из листовых заготовок (кожухи, корпуса, кузова, крышки, емкости, задвижки, теплообменники, элементы трубопроводов и др.), которые предусматривают резьбовое крепление к ним различных комплектующих деталей. Для изготовления узлов крепления в тонкостенных деталях в большинстве случаев используют приварку гладких и резьбовых втулок, гаек, болтов и шпилек, предварительную пробивку отверстий и пр. Однако существующие способы не обладают достаточной технологичностью и приводят к дополнительным затратам труда, материальных и энергетических ресурсов. Одним из эффективных способов обеспечения технологичности процесса, снижения трудоемкости и затрат при изготовлении узлов крепления является пластическое сверление, представляющее собой процесс нагрева металла до состояния пластичности, достигаемого за счет сил трения, возникающих при контакте вращающегося с определенной частотой инструмента с тонкостенной деталью. Материал детали нагревается и под воздействием давления инструмента пластически деформируется, принимая форму инструмента (рис. 1).

В настоящее время в литературе рассмотрены вопросы повышения производительности и снижения трудоемкости изготовления узлов крепления [1, 2]. Малоисследованной областью при изготовлении узлов крепления остается влияние геометрических параметров инструмента (угол при вершине 2ϕ , фор-

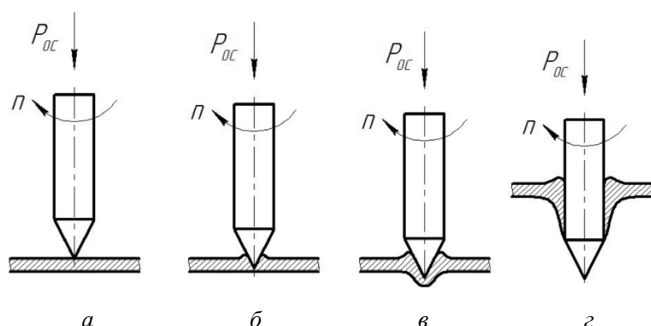


Рис. 1. Схема процесса пластического сверления

ма рабочей части) на точность размеров, шероховатость, возникновение при пластическом сверлении преобладающего вида брака – разрывов в теле узла крепления.

Одной из гипотез, объясняющих возникновение разрывов металла в теле узла крепления, является гипотеза, основанная на том, что на этапе окончательного формообразования узла крепления коническая часть инструмента выходит наружу и вызывает резкое увеличение радиально направленной силы на стенку втулки. Данное обстоятельство способствует формированию разрывов в зоне выхода рабочей части пуансона-сверла (рис. 2). Решением данной проблемы является применение в процессе пластического сверления инструмента (пуансона-сверла) с эллипсоидной формой рабочей части, позволяющей избежать резкого увеличения радиальной силы в зоне выхода рабочей части инструмента.

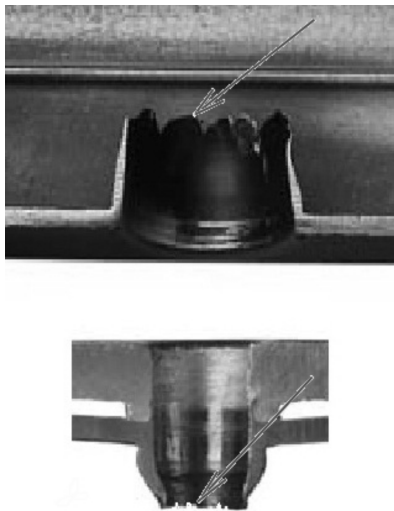


Рис. 2. Разрывы в теле узла крепления

С целью исследования влияния формы рабочей части пуансона-сверла на распределение растягивающих напряжений в формируемом узле крепления был проведен конечно-элементный анализ напряженно-деформированных состояний узла крепления.

Анализ проводился с момента образования отверстия в нижней части крепежного элемента до момента выхода рабочей части пуансона-сверла из зоны обработки в несколько этапов для инструментов с конической и эллипсоидной формами рабочих частей. В построенных моделях использовалась статическая схема нагружения. К пуансону-сверлу прилагалась осевая сила величиной 4000 Н. Температурой в зоне обработки и крутящим моментом инструмента пренебрегли. Был учтен коэффициент трения стали по карбиду вольфрама по сухой и чистой поверхности $k_{тр} = 0,5$.

На рис. 3 изображены эпюры распределения напряжений в теле узла крепления при пластическом

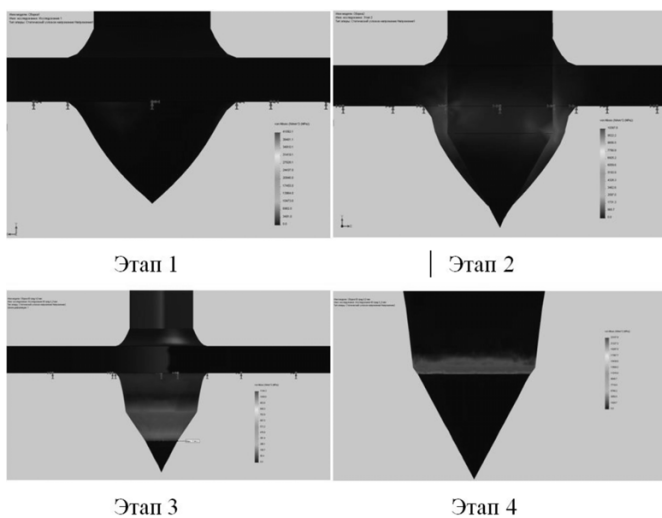


Рис. 3. Эпюры распределения напряжений в теле узла крепления

сверлении инструментом с конической формой рабочей части.

Принятые исходные данные процесса исследования: пуансон-сверло диаметром 9 мм, угол при вершине пуансона-сверла 60° (для инструмента с конической формой рабочей части), материал инструмента твердый сплав ВК8; толщина образца 3 мм, материал – конструкционная сталь Ст3. Сила, прилагаемая к инструменту, 4000 Н.

На рис. 4 изображены эпюры распределения напряжений в теле узла крепления при пластическом сверлении инструментом с эллипсоидной формой рабочей части. Принятые исходные данные процесса исследования: пуансон-сверло диаметром 9 мм, материал инструмента твердый сплав ВК8; толщина образца 3 мм, материал – конструкционная сталь Ст3. Сила, прилагаемая к инструменту 4000 Н.

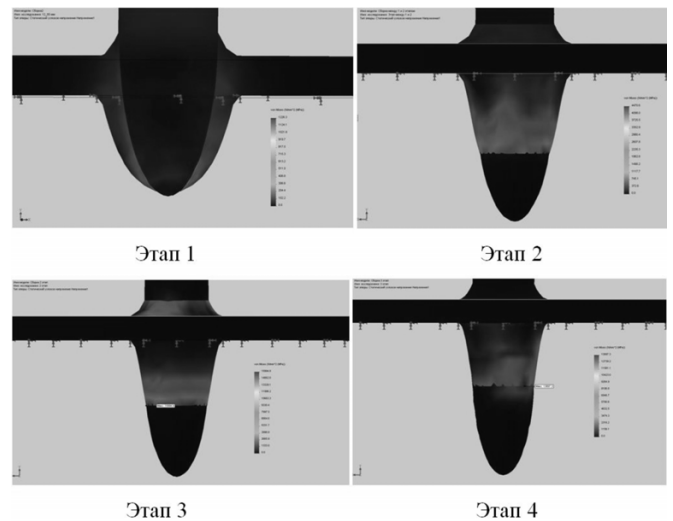


Рис. 4. Эпюры распределения напряжений в теле узла крепления

Из диаграммы, изображенной на рис. 5, видно, что при обработке пуансоном-сверлом с конической формой рабочей части в момент, когда пуансон-сверло находится в средней стадии обработки, напряжения резко возрастают по линейной зависимости вплоть до выхода инструмента из зоны обработки. Момент начала роста напряжений – это тот момент, когда зона максимальных напряжений сместилась с границы рабочей части инструмента на кромку образуемого отверстия. Наиболее вероятно, что на данном этапе начинается раскрытие трещин, так как кромка находится под действием резко увеличивающихся напряжений. При использовании пуансона-сверла с эллипсоидной формой рабочей части напряжения кратковременно возрастают на средней стадии обработки, а далее плавно снижаются. Это явление можно объяснить тем, что объем пластически деформи-

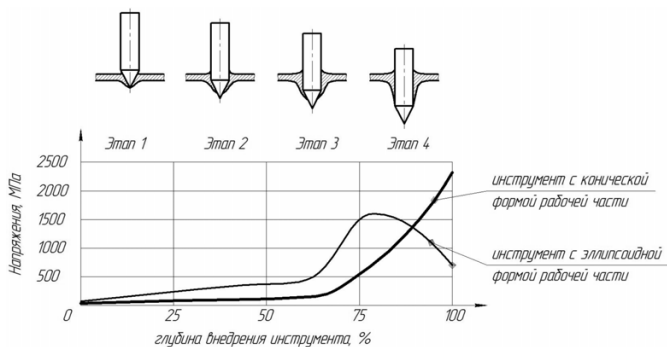


Рис. 5. Диаграмма зависимостей напряжения от глубины внедрения инструмента

руемого металла уменьшается, а угол при вершине инструмента практически не изменяется и близок к 0° (т. е. нормальная сила, действующая на стенки втулки, практически не увеличивается). В то время как при использовании инструмента с конической рабочей частью угол при вершине постоянен, сле-

довательно, нормальная сила продолжает увеличиваться по линейной зависимости.

Таким образом, теоретически доказано, что использование пуансона-сверла с эллипсоидной формой рабочей части позволяет снизить негативное влияние резкого увеличения радиальной силы на формирование узла крепления в зоне выхода рабочей части пуансона-сверла, тем самым обеспечивая качество узла крепления.

Список литературы

1. Золотов О.В. Совершенствование технологии обработки тонкостенных деталей методом пластического сверления: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Барнаул, 2007. – 20 с.
2. Хоменко В.В. Формообразование узлов крепления в тонкостенных деталях методом пластического сверления: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Барнаул, 2004. – 16 с.

Relationship of geometrical parameters of quality tools and manufacturing unit drilling mounting method of plastic

E. Y. Tatarkin, R. A. Anzyryaev

A finite-element analysis of stress-strain states of the mount in plastic drilling tool with a tapered and curved forms of the test section. Reflected the influence of the shape of the working tool on the occurrence of breaks in the plastic drilling.

Key words: geometric parameters of the instrument, the gap, the stress-strain state, plastic drilling, mount.