

ва, Л.Т. Дворников, Н.С. Большаков // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 314. – № 2. – С. 35-39.

3. Дворников, Л.Т. Проблема избыточных связей в планетарных зубчатых механизмах и ее разрешение / Л.Т. Дворников, В.В. // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 316. – № 2. – С. 13-15.

4. Дворников, Л.Т. К задаче о самоустанавливаемости планетарных многосателлитных механизмов / Л.Т. Дворников, Я.А. Андреева // Успехи современного естествознания. – 2011. – №7. – С. 69.

5. Андреева, Я.А. Проблемы совершенствования трехсателлитных планетарных механизмов / Я.А. Андреева, И.А. Жуков // Вестник СибГИУ. – 2012. – №1. – С. 23-26.

6. Патент №2342573, РФ, МПК F16Н1/48. Самоустанавливающийся планетарный механизм / Сибирский государственный индустриальный университет; Л.Т. Дворников, В.В. Дмитриев, В.С. Бондаренко. – Оpubл. в Б.И., 2008. – №36.

7. Патент №2419006, РФ, МПК F16Н1/48. Самоустанавливающийся планетарный механизм / Сибирский государственный индустриальный университет; Л.Т. Дворников, В.В. Дмитриев, Я.А. Андреева. – Оpubл. в Б.И., 2011. – №14.

8. Заявка на изобретение №2012112774. Самоустанавливающийся четырехсателлитный планетарный редуктор / Сибирский государственный индустриальный университет; Л.Т. Дворников, С.П. Герасимов, Е.В. Дворникова; приоритет от 02.04.2012 г.

□ Авторы статьи:

Андреева  
Яна Андреевна,  
старший лаборант каф. теории механизмов и машин и основ конструирования СибГИУ,  
email: naika1611@mail.ru

Жуков  
Иван Алексеевич,  
канд. техн. наук, доцент, зам. зав. каф. теории механизмов и машин и основ конструирования СибГИУ,  
email: zhiyal@yandex.ru

УДК 621.7

Р.А. Анзыряев, Е.Ю. Татаркин

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ ПУАНСОН-СВЕРЛАМИ С РАЗЛИЧНЫМИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ

При пластическом сверлении пуансон-сверлом с конической формой рабочей части [1, 2] преобладающим видом брака является формирование разрывов в зоне выхода инструмента (рис. 1).

Разрывы приводят к разрушению деталей машин в процессе их эксплуатации. Для объяснения причин возникновения разрывов выдвинута гипотеза: разрывы возникают, когда коническая часть инструмента выходит из зоны обработки. В этот момент на стенку втулки действует резко увеличивающаяся радиально направленная сила. Разрывы могут формироваться и при снижении пластичности обрабатываемого металла на этапе формообразования крепежного элемента. Температура на поверхности трения для обеспечения максимального повышения пластичности обрабатываемого металла должна быть выше температуры рекристаллизации, но ниже температуры перегрева и пережога. Это достигается применением в процессе пластического сверления пуансон-сверла с криволинейной формой рабочей части, позволяющей избежать резкого увеличения радиальной силы в зоне выхода рабочей части инструмента, а также поддерживать оптимальную температуру и

пластичность обрабатываемого материала. Для экспериментальной проверки гипотезы, которая объясняет формирование разрывов металла в крепежном элементе, был изготовлен инструмент с криволинейной формой рабочей части (рис. 2, а).

Пуансон-сверло изготавливалось из цилинд-

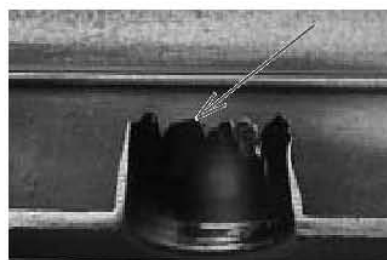


Рис. 1. Разрывы в теле узла крепления

рической заготовки диаметром 9,2 мм, с последующим шлифованием рабочей части чашечным кругом на шлифовально-заточном станке с ЧПУ ANCA RX7.

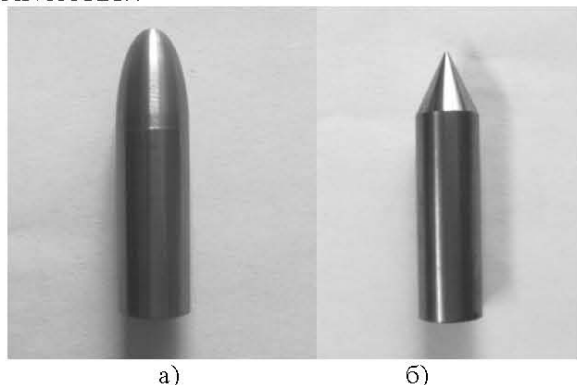


Рис.2. Пуансон-сверло (а - с криволинейной формой рабочей части; б - с конической формой рабочей части)

Эксперименты проводились на вертикально-фрезерном станке модели 6М12П. Толщина заготовки выбиралась в соответствии с рекомендациями о соотношении между диаметром отверстий и толщиной металла. Диаметр отверстия должен не более чем в 2-3 раза превышать толщину материала. Заготовка устанавливалась на опору и закреплялась в тисках. Пуансон-сверло устанавливалось в цанговый патрон.

Условия проведения экспериментов:

- диаметр инструмента 9,2 мм;
- частота вращения инструмента 1600 об/мин;
- подача 160 мм/мин;
- материал пуансон-сверла – твердый сплав ВК8;
- материал заготовок – конструкционная сталь Ст3;
- габаритные размеры заготовок, мм: 3x65x110.

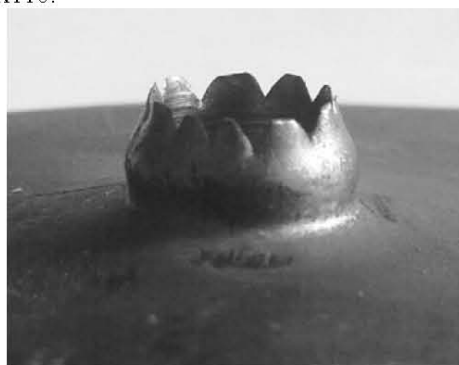


Рис.3. Нижняя часть крепежного элемента (подача 160 мм/мин; инструмент с конической формой рабочей части)

Образец после сверления пуансон-сверлом с конической формой рабочей части и углом при вершине 60° (рис. 2,б) показан на рис. 3.

Высота нижней части крепежного элемента составила 5,7 мм. Наружный диаметр основания нижней части крепежного элемента - 11,2 мм. На

нижней части крепежного элемента наблюдается множество разрывов длиной около 1,5-2 мм.

Результаты эксперимента при сверлении пуансон-сверлом с криволинейной формой рабочей части изображены на рис. 4. Длина разрывов составляет около 0,5 мм - 1,0 мм. На кромке нижней части крепежного элемента сформирован отросток диаметром около 5,5 мм и высотой около 2,5 мм. Высота нижней части крепежного элемента - 7,2 мм; наружный диаметр основания нижней части крепежного элемента 11,3 мм.

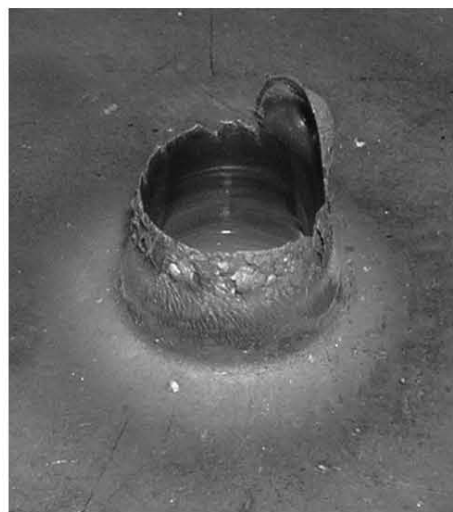


Рис.4. Нижняя часть крепежного элемента (подача 160 мм/мин; инструмент с криволинейной формой рабочей части)

В процессе проведения экспериментов с применением инструмента с криволинейной формой рабочей части установлено образование на кромке крепежного элемента «отростка». Анализ комплекса полученных данных позволяет описать механизм образования отростка. Данный элемент формируется в момент отрыва вершины формируемого крепежного элемента и начала выхода пуансон-сверла из зоны обработки. Отрыв вершины формируемого крепежного элемента объясняется возникновением критически высокой осевой силы при вершине инструмента для постоянно уменьшающейся толщины стенок, и слишком малой радиально направленной силы, которая вытесняет металл в радиальном направлении, образуя отверстие.

Для исключения формирования «отростка» на кромке крепежного элемента было предложено предварительно просверлить в заготовке отверстие. Диаметр предварительно просверленного отверстия  $d = 2,5$  мм. Результаты эксперимента приведены на рис. 5.

Высота нижней части крепежного элемента составила 6,5 мм; Наружный диаметр основания нижней части крепежного элемента - 11,2 мм. Длина разрывов была в диапазоне 1,5-2,3 мм. Распределение разрывов по диаметру узла крепления не равномерное, что может объясняться несоосно-

стью предварительно просверленного отверстия и пуансон-сверла.

Нижняя часть крепежного элемента имеет четкое разделение на две половины, отличающиеся цветом металла и диаметрами на границе раздела.



Рис. 5. Нижняя часть крепежного элемента (подача 160 мм/мин; инструмент с криволинейной формой рабочей части)

Объяснить данное явление можно представив процесс формирования втулки в два этапа. На первом этапе происходит отбортовка предвари-

тельно просверленного отверстия. Под действием осевой силы металл начинает вытягиваться в направлении подачи, принимая форму инструмента. На втором этапе происходит нагрев внутреннего слоя металла силами трения до состояния пластичности, с постепенным вытеснением наружу в направлении подачи пуансон сверла. У нижней половины втулки (рис.5) металл вытягивался под действием осевой силы. В верхней половине втулки наблюдаются последствия вытеснения внутреннего слоя металла из зоны обработки в направлении подачи инструмента.

Проведенные эксперименты позволяют сделать вывод о том, что применение пуансон-сверла с криволинейной формой рабочей части уменьшает длину, и количество разрывов на кромке нижней части крепежного элемента. Это подтверждает целесообразность применения для пластического сверления пуансон-сверла с предлагаемой формой рабочей части, позволяющей избежать резкого увеличения радиальной силы в зоне выхода рабочей части инструмента и уменьшить разрывы на кромке нижней части крепежного элемента.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анзыряев, Р. А. Взаимосвязь геометрических параметров инструмента и качества изготовления узла крепления методом пластического сверления / Р. А. Анзыряев, Е. Ю. Татаркин // *Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты)*. – 2012. - №3[56]. – С.27-29.

2. Анзыряев, Р. А. Моделирование процесса образования крепежного элемента методом пластического сверления / Р. А. Анзыряев, Е. Ю. Татаркин // *Сборник материалов конференций : тез. конф., Седьмая международная научно-техническая конференция «Информационные технологии в промышленности» / ОИПИ НАН Беларуси*. – Минск, 2012.

□ Авторы статьи:

Анзыряев  
Радион Анагольевич,  
аспирант (Алтайский государствен-  
ный технический университет им.  
И.И. Ползунова»),  
e-mail: [kubonit@mail.ru](mailto:kubonit@mail.ru)

Татаркин  
Евгений Юрьевич,  
докт.техн.наук, профессор (Алтай-  
ский государственный технический  
университет им. И.И. Ползунова»),  
e-mail: [etatarkin@mail.ru](mailto:etatarkin@mail.ru)