

УДК 621.981

Гончарук А. О.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ РАДИАЛЬНЫМ ОБЖАТИЕМ КАНАВОК НА ЗАГОТОВКАХ МЕТЧИКОВ**

Существует широкая номенклатура стержневых деталей, на образующей поверхности которых изготавливают фигурные канавки. Для получения отверстий деталей с резьбовыми элементами используются специальные инструменты – метчики. По форме метчики являются стержнем. На одном конце стержня расположена рабочая, режущая часть, а с другой – хвостовик, который зажимается в станок или вороток. На режущей части метчиков расположены канавки. Рабочая часть служит не только для прокладывания резьбы и калибровки, но и для вывода образовавшейся стружки, поэтому канавки называются стружечными, они могут иметь винтовую форму и продольно-прямую. По количеству стружечных канавок согласно ГОСТ 3266-81 бывают метчики с тремя и с четырьмя стружечными канавками. Хвостовая часть метчика имеет форму квадрата. Обычно стружечные канавки рабочей части и квадраты хвостовика изготавливаются обработкой резанием, что является малопродуктивной технологией, где значительное количество материала заготовки превращается в стружку. Этого можно избежать при переходе на технологию обработки давлением. Кроме того известно, что металлорежущий инструмент, изготовленный методами обработки давлением, имеет более высокие показатели стойкости по сравнению с инструментом, полученным обработкой резанием.

Метчики изготавливают из углеродистых сталей У10А, У12А (ручные метчики) и из быстрорежущих сталей Р18, Р9, Р6М5 (метчики, работающие на высоких скоростях). Эти материалы являются труднодеформируемыми и требуют значительных усилий деформирования. Как показано в работах [1, 2], применение процесса радиального обжатия с использованием специально разработанного оборудования, названного мультиштампом, может существенно снизить необходимое усилие прессового оборудования, но остаётся не ясным, каков процесс течения материала заготовки и его закономерности.

Целью работы является экспериментальное исследование процесса формообразования радиальным обжатием канавок на заготовках метчиков с использованием мультиштампа.

В качестве объекта исследования выбрали процесс формообразования стружечных канавок метчика М20. Исследование проводили методом моделирования на свинцовых заготовках, состоящих из двух частей.

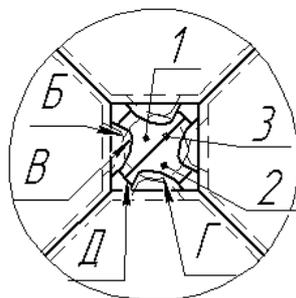


Рис. 1. Схема формообразования рабочей части метчика:

*Б* и *В* – исходное и конечное положение пуансонов; *Г* и *Д* – исходная и конечная форма заготовки; 1 и 2 – заготовка, состоящая из двух частей, разделенная по меридиональному сечению 3

На рис. 2 показана схема радиального обжатия при формообразовании стружечных канавок на цилиндрической заготовке. Пунктирными линиями (*Г*, *Б*) показана исходная форма заготовки и положение пуансонов, а основными линиями (*Д*, *В*) – конечная форма заготовки и положение пуансона, соответствующая образованию необходимого профиля.



Рис. 2. Мультиштамп для моделирования процесса выдавливания стружечных канавок метчиков радиальным обжатием

Моделирование процесса формообразования стружечных канавок метчиков проводили на штампе, приведенном на рис. 2, кинематическая схема которого предложена в работе [3] и показана на рис. 3.

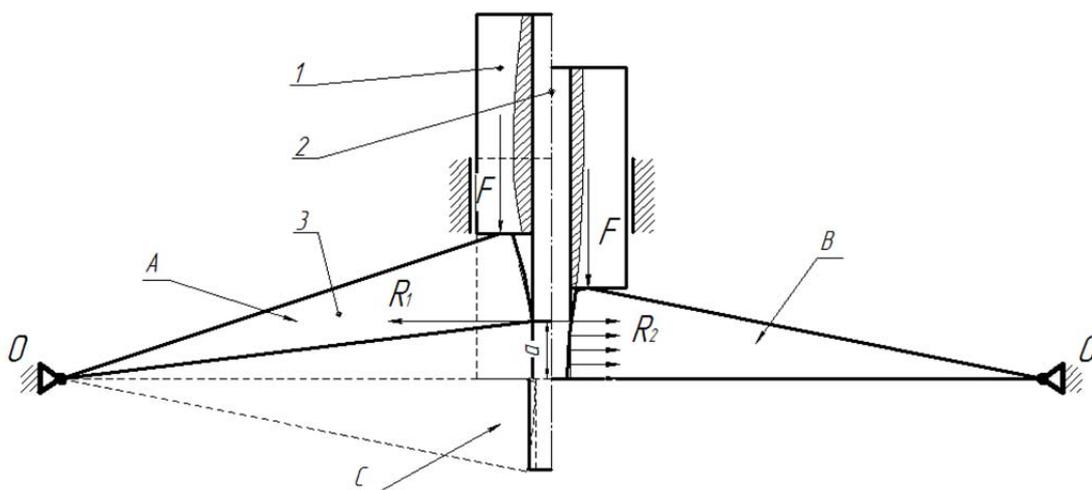


Рис. 3. Кинематическая схема штампа для выдавливания стружечных канавок метчиков радиальным обжатием:

1 – толкатель; 2 – заготовка; 3 – пуансоны. Начальная (A), средняя (B) и конечная (C) (показана штрихпунктирной линией) стадии радиального деформирования заготовки 2

Кинематическая схема состоит из толкателя 1, связанного с ползуном прессы (ползун на схеме не показан), заготовки 2, установленной в осевом отверстии толкателя 1, пуансонов 3, вращающихся вокруг центров  $O$ . Количество пуансонов 3 может быть разным, в зависимости от поставленной задачи. Линией выносной (A) обозначена начальная стадия деформирования, линией выносной (B) средняя и (C) конечная (показана штрихпунктирной линией) стадии радиального деформирования заготовки 2.  $F$  – сила, приложенная к толкателю 2.  $R_1$  – сосредоточенная сила деформирования, действующая на заготовку 2 в начальной стадии деформирования;  $R_2$  – распределенная сила деформирования, действующая на заготовку 2 на участке (a) в последующих стадиях деформирования; (a) – величина переменная и изменяется от нуля до максимального значения и снова до нуля.

Толкатель 1 с усилием  $F$  воздействует на пуансоны 3 и поворачивает их относительно шарниров  $O$ , деформируя заготовку 2 в радиальном направлении к оси заготовки, образуя стружечные канавки метчиков (рис. 1, а). Для исследования процесса деформирования использовали свинцовые заготовки, показанные на рис. 4.

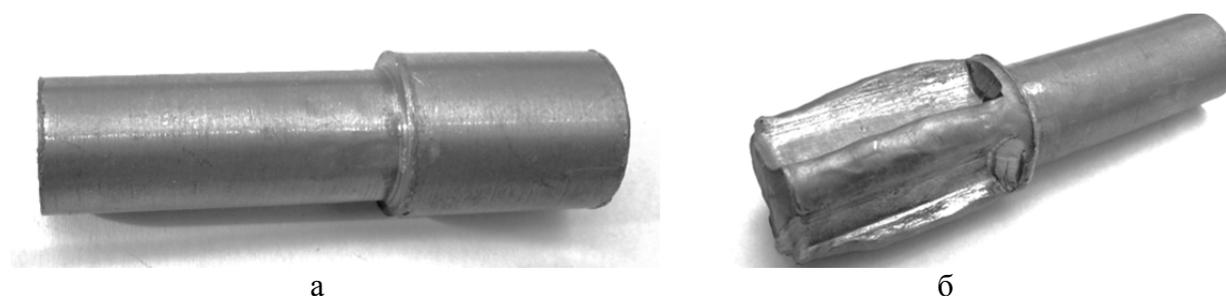


Рис. 4. Свинцовая исходная заготовка (а), заготовка после деформирования (б)

В меридиональном сечении заготовки наносили делительную сетку (рис. 5) с шагом 2 мм. Деформирование заготовки провели за 4 этапа. Каждый этап соответствовал ходу толкателя 1 (рис. 2) длиной 14 мм. Полный ход толкателя составил 56 мм.

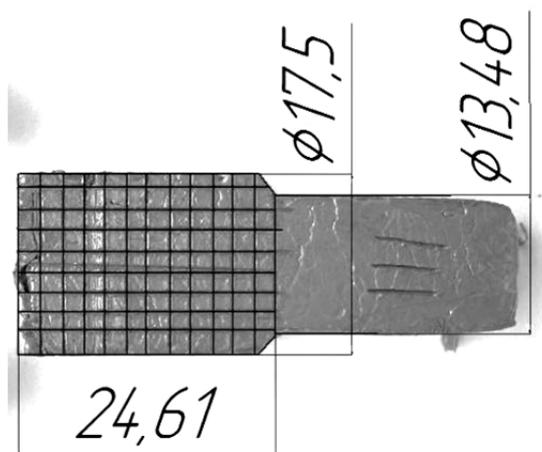


Рис. 5. Исходная заготовка с делительной сеткой в меридиональном сечении

На каждом этапе деформирования фотографировали искажение делительной сетки в меридиональном сечении.

Для улучшения визуализации процесса формоизменения фотографии каждого этапа деформирования обрабатывались в программе «Компас», где производилось масштабирование всех фотографий до масштаба 1:1 и точное копирование деформированной делительной сетки каждого этапа формоизменения основными линиями графического редактора программы. Затем эти копии делительных сеток отделялись от фотографий и наблюдалась четкая картина искажения делительной сетки на каждом этапе деформирования, показанная на рис. 6.

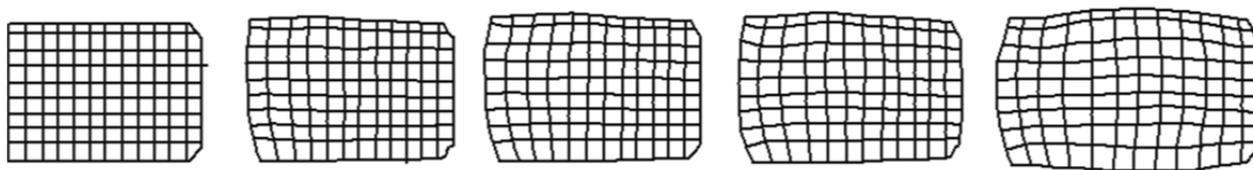


Рис. 6. Делительные сетки исходной заготовки (слева) и делительные сетки, соответствующие каждому из четырех этапов деформирования

Такая визуализация значительно упрощает обработку делительной сетки. Снятие размеров узлов делительной сетки может быть проведено средствами измерения программы «Компас» с высокой точностью. При этом появляется возможность наглядно сравнить и качественно оценить характер протекающих процессов при деформировании заготовки.

Для качественной оценки сравним делительные сетки исходной заготовки и заготовки на конечном этапе деформирования, совместив сетки соответствующих этапов (рис. 7, а).

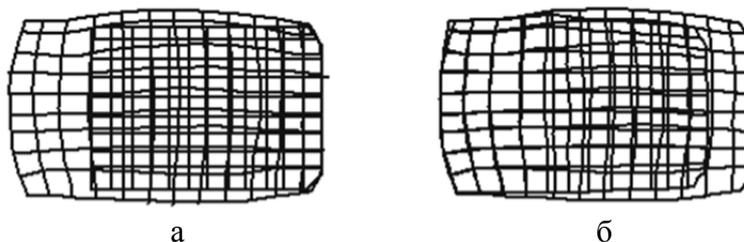


Рис. 7. Наложение исходной и конечной делительной сетки (а), наложение делительной сетки последнего и предпоследнего этапов деформирования (б)

В результате сравнения можно заметить, что в исследованном меридиональном сечении заготовка заметно удлинилась и увеличилась в диаметре. На рис. 6, б совместили левый край делительных сеток последнего и предпоследнего этапов деформирования. В результате данной визуализации можно заметить, что левый край заготовки (первых три вертикальных делительных линии с лева на право) практически не подвергся формоизменению на последнем этапе деформирования (хотя координаты точек узлов этого участка делительной сетки относительно правого края заготовки значительно изменились). Это, безусловно, необходимо учитывать при дальнейшей разработке методик определения напряженно-деформированного состояния заготовок в этом процессе.

## ВЫВОДЫ

Проведено экспериментальное моделирование процесса формообразования радиальным обжатием заготовок метчиков М20. Разработанная методика визуализации процесса деформирования, по этапам, с применением современных компьютерных графических программ позволила качественно оценить и проанализировать кинематику течения материала заготовки. При этом установлено, что на последнем этапе деформирования передний край заготовки практически не подвергается формоизменению. А заготовка в целом претерпевает значительных деформаций, что приводит к необходимости оценки ее ресурса пластичности в дальнейших исследованиях этого процесса с учетом установленных закономерностей формоизменения материала заготовки.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гайдамак О. Л. Мультиштамп для радиального обжатия / О. Л. Гайдамак, В. А. Огородников, А. О. Ганчарук // *Обработка материалов давлением* : сб. науч. тр. – Краматорск : ДГМА, 2010. – № 4 (25). – С. 218–222.
2. Алиев И. С. Исследование силового режима процесса радиально-прямого выдавливания с обжатием / И. С. Алиев, Я. Г. Жбанков // *Обработка материалов давлением* : сб. науч. тр. – Краматорск : ДГМА, 2009. – № 2 (21). – С. 22–28.
3. Исследование силовых характеристик процесса формообразования радиальным обжатием канавок на деталях типа стержень / О. Л. Гайдамак, В. А. Огородников, А. О. Ганчарук, И. О. Сивак // *Обработка материалов давлением* : сб. науч. тр. – Краматорск : ДГМА, 2012. – № 1 (30). – С. 131–135.

Гончарук А. О. – инженер ВНТУ.

ВНТУ – Винницкий национальный технический университет, г. Винница.

E-mail: vntu111@gmail.com