

Волокитин Андрей Валерьевич, магистрант кафедры «Обработка металлов давлением» Карагандинского государственного индустриального университета, г. Темиртау.
E-mail: dyusha.vav@mail.ru
Область научных интересов: обработка материалов давлением.

Фефелов Алексей Михайлович, магистрант кафедры «Обработка металлов давлением» Карагандинского государственного индустриального университета, г. Темиртау.
E-mail: gorkafriendship@mail.ru
Область научных интересов: обработка материалов давлением.

УДК 621.771.

**РАЗВИТИЕ СОВМЕЩЕННОГО СПОСОБА
ДЕФОРМИРОВАНИЯ
«ПРЕССОВАНИЕ-ВОЛОЧЕНИЕ»
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАВНОКАНАЛЬНОЙ
СТУПЕНЧАТОЙ МАТРИЦЫ**

А.В. Волокитин, А.М. Фефелов

Карагандинский государственный индустриальный
университет, г. Темиртау
E-mail: kgiu@mail.ru

Предложена усовершенствованная схема совмещенного способа деформирования «прессование-волочение» с использованием равноканальной угловой матрицы, позволяющая получать проволоку с повышенными прочностными характеристиками.

Ключевые слова:

Интенсивная пластическая деформация, совмещенный процесс «прессование-волочение», равноканальная ступенчатая матрица, субультрамелкозернистая структура, стальная проволока, волочильный стан.

Key words:

Severe plastic deformation, combined process of «extrusion-drawing», equichannel step die, subultra fine-grained structure, steel wire, wire drawing machine.

Получение металла с повышенными прочностными характеристиками остается одной из актуальных задач современного материаловедения. Уникальные свойства обладают металлы с субультрамелкозернистой структурой. Существует несколько способов получения субультрамелкозернистой структуры и одним из таких способов является интенсивная пластическая деформация, реализуемая во всем объеме заготовки [1]. Но хочется отметить, что почти все известные процессы интенсивной пластической деформации являются, по своему характеру, дискретными, с относительно малыми размерами изделий, что делает их непригодными для промышленности и известны только единичные случаи реализации данных процессов в промышленных условиях. Одной из технологий, позволяющих получать длинномерные заготовки с субультрамелкозернистой структурой в виде полос, прутков или проволоки, является технология, сочетающая в себе схему деформирования «Конформ», разработанную в 70-х гг. прошлого века и равноканальное угловое прессование [2, 3].

В Карагандинском государственном индустриальном университете, г. Темиртау, ранее также был разработан ряд способов деформирования, позволяющие получать металлические заготовки неограниченной длины с субультрамелкозернистой структурой [4–6]. Одним из таких способов является процесс волочения проволоки через равноканальную ступенчатую матрицу. В результате многократного волочения проволоки через равноканальную ступенчатую матрицу удалось получить металл с субультрамелкозернистой структурой и добиться улучшения прочностных характеристик протягиваемой стальной проволоки. Недостатком данного процесса является искажение геометрических размеров поперечного сечения (овализация) готовой проволоки. Модель данного процесса, построенная в программном комплексе Deform 3D, приведена на рис. 1, из которого видно, как происходит утонение выходного конца проволоки.

С целью устранения дефекта геометрии нами было предложено для калибровки проволоки и придания требуемого размера и формы профиля поперечного сечения дополнительно использовать волоку, установленную после равноканальной угловой матрицы. То есть в данном случае реализуется не только процесс волочения проволоки через равноканальную ступенчатую матрицу, а осуществляется совмещенный способ деформирования «прессование-волочение» с использованием равноканальной ступенчатой матрицы.

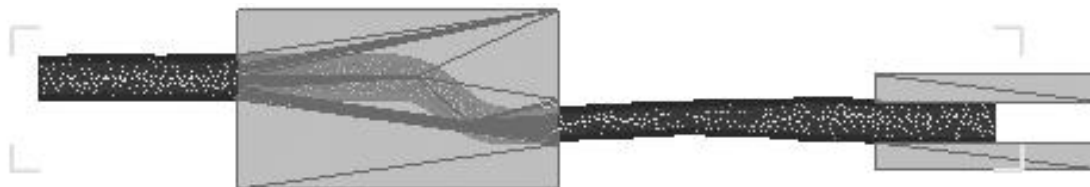


Рис. 1. Процесс протяжки проволоки через равноканальную угловую матрицу

Для подтверждения возможности осуществления совмещенного процесса в программном комплексе Deform 3D выполнено моделирование. Для этого в программном комплексе КОМПАС была смоделирована матрица, включающая в себя как равноканальную ступенчатую матрицу, так и волоку рис. 2.

В результате моделирования установлено, что протекание данного процесса по предлагаемой схеме невозможно из-за чрезмерного возрастания усилия волочения, в разы превышающего предел прочности материала образца, что приводило к обрыву проволоки. Известно, что процесс волочения возможен только при соблюдении неравенства $K_B < \sigma_T$, т. е. напряжение волочения, возникающее в поперечном направлении протягиваемой заготовки при выходе ее из волоки, должно быть меньше предела текучести протягиваемого материала. В противном же случае пластическая деформация будет продолжаться и после выхода заготовки из инструмента и, как следствие, будут происходить затяжки (утолнение) и обрывы. В соответствии с этим для устойчивого (безобрывного) процесса волочения необходимо соблюдение условия

$$\frac{\sigma_T}{K_B} = \gamma_3 = 1,4...2,3 \text{ и } \frac{\sigma_B}{\gamma_3} \leq \sigma_T,$$

где γ_3 – коэффициент запаса прочности при волочении; σ_T и σ_B – соответственно предел текучести и временное сопротивление разрыву при выходе проволоки из зоны деформации.

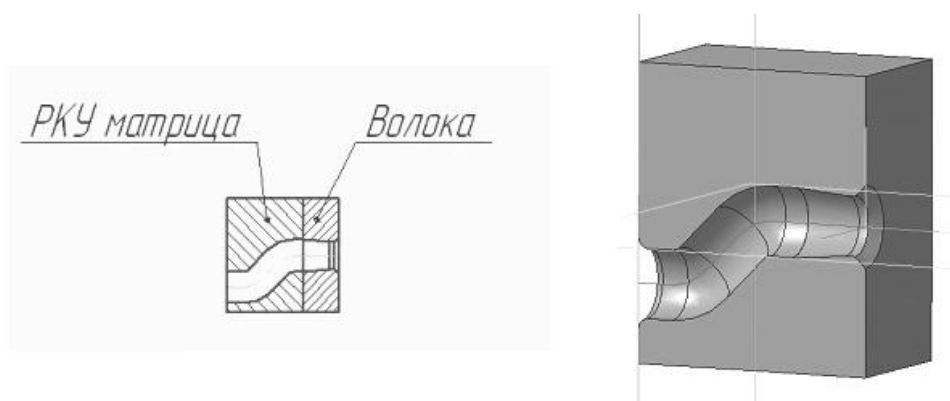


Рис. 2. Совмещенная матрица

Результаты моделирования показали, что при прохождении заготовки через каналы равноканальной ступенчатой матрицы за счет утолнения проволоки не происходит полного заполнения каналов матрицы, что также негативно сказывается на прорабатывании поперечного сечения образца (рис. 3).

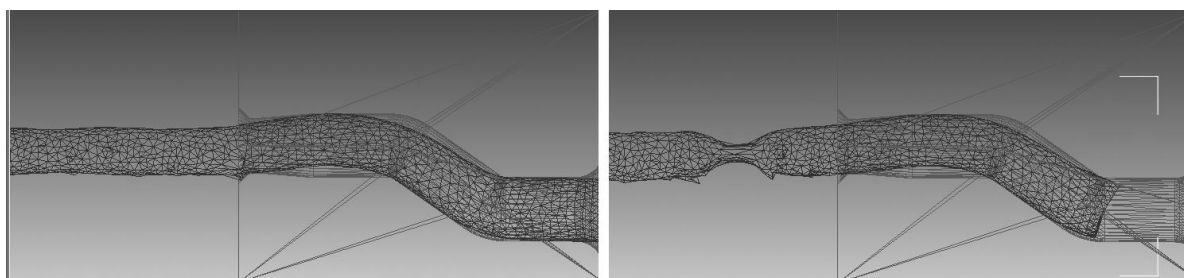


Рис. 3. Моделирование процесса в совмещенной матрице

С целью устранения выявленных в ходе моделирования недостатков совмещенного процесса «прессование – волочение» с использованием равноканальной ступенчатой матрицы нами предлагается к заднему концу задаваемого образца дополнительно приложить усилие с помощью специального задающего устройства (рис. 4).

Технологический процесс деформирования проволоки по предлагаемой схеме заключается в следующем. Проволока – 1, заранее заостренная, подается к задающему устройству – 2, представляющему собой систему последовательно расположенных калиброванных роликов. В результате контактных сил трения, возникающих на поверхности контакта проволоки и роликов происходит протягивание заготовки через задающее устройство. Четыре пары роликов создают усилие способное протолкнуть проволоку через равноканальную угловую матрицу – 3. Далее передний конец проволоки пропускается через отверстие волоки – 4, затем передний конец с помощью клещей закрепляется за барабан – 5 волочильного стана. После того, как проволока помещается в устройство в движение приводиться барабан и одновременно включается заталкивающее устройство. Основным обязательным условием протекания данного совмещенного процесса является согласование скоростей барабана волочильного стана и задающего устройства.

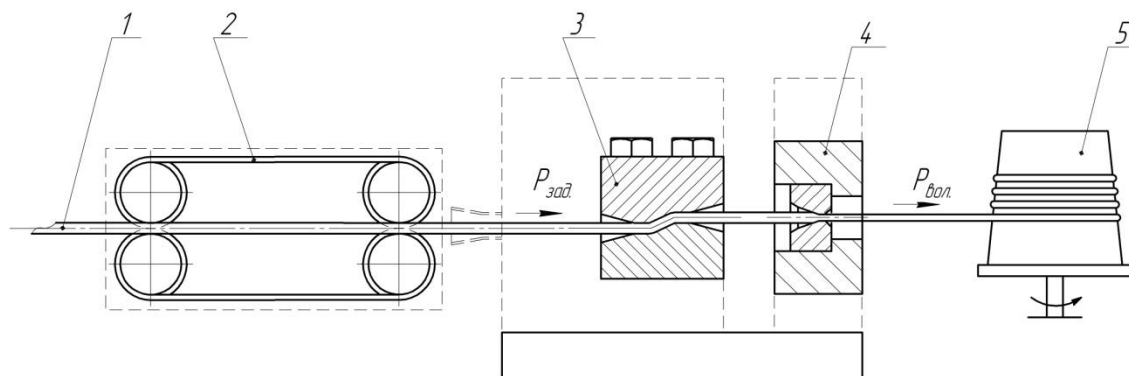


Рис. 4. Схема совмещенного процесса прессование-волочение: 1) проволока; 2) задающее устройство; 3) равноканальная ступенчатая матрица; 4) волока в волокодержателе; 5) барабан волочильного стана

Поэтому для того, чтобы процесс проходил устойчиво должно соблюдаться условие:

$$\frac{V_1}{V_0} = \mu,$$

где V_0 и V_1 – соответственно скорость заталкивания и скорость вытягивания заготовки; μ – коэффициент вытяжки.

Моделирование предлагаемой на рис. 4 схемы деформирования: совмещенного процесса «прессование-волочение» с использованием равноканальной ступенчатой матрицы и заталкивающего устройства показало, что в данном случае процесс протекает стабильно. Также за счет заднего подпора удалось добиться полного заполнения канала матрицы. Это позволит

улучшить прорабатываемость образца в поперечном сечении (рис. 5) и исключить обрыв проволоки на выходе из матрицы.

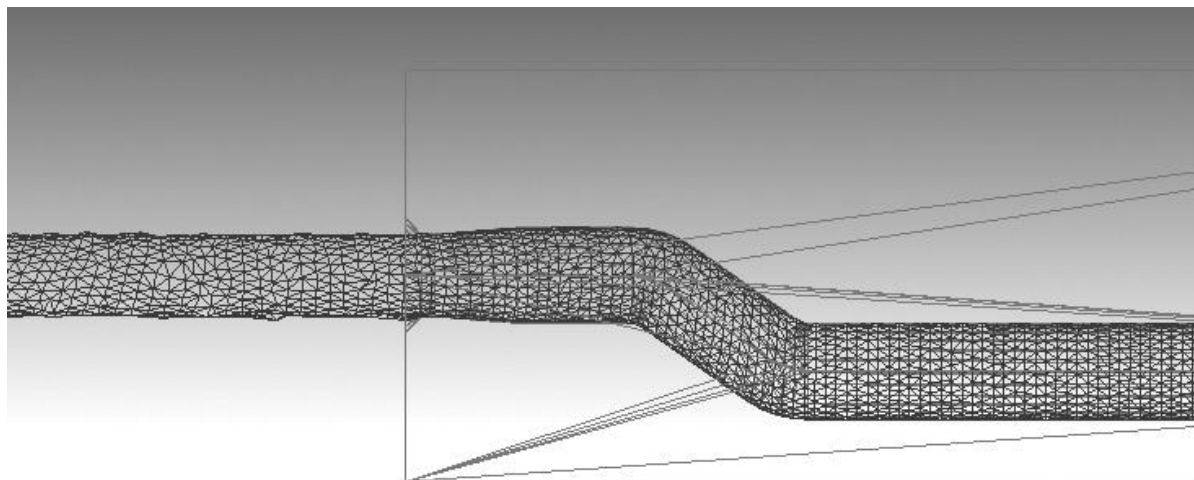


Рис. 5. Модель совмещенного процесса с задним подпором

Выводы

В ходе математического моделирования подтверждена возможность реализации совмещенного процесса «прессование-волочение» по предлагаемой схеме для получения проволоки с повышенными механическими характеристиками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Валиев Р.З. Создание наноструктурных металлов и сплавов с уникальными свойствами, используя интенсивные пластические деформации // Российские нанотехнологии. – 2006. – № 1. – С. 207–216.
2. Рааб Г.И., Валиев Р.З. Равноканальное угловое прессование длинномерных заготовок // Цветная металлургия. – 2000. – № 5. – С. 50–53.
3. Рааб Г.И. Развитие научных основ технологий интенсивной пластической деформации и создание оборудования по схеме равноканального углового прессования для получения ультрамелкозернистых металлических полуфабрикатов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. 05.03.05. – Уфа, 2009. – 36 с.
4. Найзабеков А.Б., Лежнев С.Н., Панин Е.А. Теоретические исследования совмещенного процесса «прокатка-прессование» с использованием равноканальной ступенчатой матрицы // Известия вузов. Черная металлургия. – 2008. – № 6. – С. 22–26.
5. Найзабеков А.Б., Лежнев С.Н., Панин Е.А. Перспективный способ получения высококачественных заготовок – совмещенный процесс «прокатка-прессование» // Инновационные технологии и экономика в машиностроении: VII Всерос. научно-практ. конф. с междунар. участием. – 2009. – С. 142–148.
6. Найзабеков А.Б., Азбанбаев Э.М. Математическое моделирование процесса равноканального углового волочения в ступенчатом инструменте // Технология производства металлов и вторичных материалов. – 2011. – № 1. – С. 178–186.

Поступила 24.11.2011 г.