

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ ТРУБ СО СВОБОДНЫМ ИСТЕЧЕНИЕМ МЕТАЛЛА В ПОЛОСТЬ**

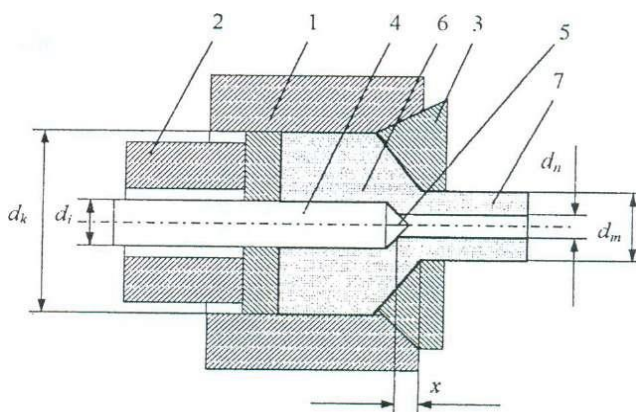
*Ю. Н. Логинов, С. П. Буркин*

*Уральский государственный технический университет — УПИ*

В существующей технологии получения трубных заготовок прессованием слабым местом является стойкость иглы. При прессовании слитков, особенно из тяжелых цветных металлов, а также из стали, игла перегревается и теряет прочностные свойства. При прессовании труб с небольшими отверстиями, поскольку игла в этом случае представляет собой термически тонкое тело, из-за малого ее поперечного сечения растягивающие напряжения становятся чрезмерно большими и игла разрушается. Для увеличения стойкости инструмента в промышленности применяют бутылочные иглы, имеющие толстое основание, примыкающее к иглодержателю, переходящее в тонкий участок у рабочего торца иглы [1]. Тонкий участок иглы калибрует трубу по внутреннему диаметру, однако возможность его перегрева как термически тонкого тела не исключается.

На основе изобретения [2] создана конструкция прессового инструмента, позволяющая устранить этот недостаток и, кроме того, расширить технологические возможности прессо-

Рис. 1. Схема прессования со свободным истечением в полость трубы (обозначения в тексте)



вания. Новизна предложения заключается в том, что игла выполняется утолщенной, ее диаметр больше диаметра полости в будущей трубе, в этом заключается ее сходство с бутылочной иглой. На рабочем торце иглы выполнен конический участок, который размещается на некотором расстоянии от зеркала матрицы. Изложенное поясняется схемой рис. 1. В контейнере 1 размещается воздействующий на прессшайбу пуансон 2. Конфигурацию будущей трубы задают матрица 3 и игла, имеющая цилиндрическую часть 4 и коническую часть 5. Металл 6 после вытекания из отверстия матрицы образует трубу 7, имеющую наружный диаметр  $d_n$  и внутренний диаметр не совпадающий с диаметром иглы  $d_i$ .

Такой характер деформации металла обусловлен тем, что между торцом иглы и зеркалом матрицы установлен зазор величиной  $x$ , через который возможно перетекание металла в радиальном направлении с формированием свободной поверхности и фиксацией внутреннего диаметра трубы.

Выполненные авторами экспериментальные исследования на установке, описанной в статье [3], а также расчеты с помощью метода конечных элементов [4] позволили установить влияние параметра  $x$  и относительного диаметра матрицы на соотношение размеров готовой трубы, что отражено графиками рис. 2. Применение графика рис. 2 помогает оценить коэффициент вытяжки через соотношение, полученное из условия постоянства объема

$$\lambda = \frac{1 - \frac{d_i^2}{d_k^2}}{\frac{d_m^2}{d_k^2} - \frac{d_n^2}{d_k^2}} = \frac{1 - \frac{d_i^2}{d_k^2}}{\frac{d_m^2}{d_k^2} - \frac{d_n^2}{d_m^2} \cdot \frac{d_m^2}{d_k^2}}.$$

При диаметре иглы большем диаметра матрицы и при  $x = 0$  происходит замыкание отверстия для истечения металла, поэтому диаметр полости в трубе становится равным диаметру матрицы и отношение  $d_n/d_m$  становится равным единице. Из графика рис. 2 видно, что удаляя торец иглы от зеркала матрицы можно добиться полного закрытия полости в трубе. Это создает возможности регулировки внутреннего диаметра трубы без смены инструмента. Другое технологическое применение этого эффекта заключается в возможности плавной либо резкой регулировки внутреннего диаметра трубы по ходу прессования. Необходимость такого приема возникает, например, при получении буровых труб с протекторными утолщениями под парезку резьбы муфтовых соединений.

Характерным параметром, оказывающим регулирующее воздействие на диаметр полости в трубе, является также угол конусности при рабочем торце иглы  $\alpha$ . Выявлено, что зависимость диаметра полости от угла конусности иглы носит убывающий характер (рис. 3) для любых значений расстояния торца иглы от зеркала матрицы.

Такой эффект можно объяснить влиянием формы контактной поверхности иглы на характер течения металла. Понятно, что при малом угле конусности иглы металл предпочтительно будет перетекать в осевом направлении, а при большом угле конусности предпочтительным становится радиальное течение (к центру) с большим заполнением полости, поэтому внутренний диаметр трубы становится меньше.

Дополнительным преимуществом предлагаемого способа является возможность получения труб со сложной конфигурацией полости. Из мировой практики известна потребность в трубах с двумя параллельными каналами для возможности прокачки жидкостей в прямом и

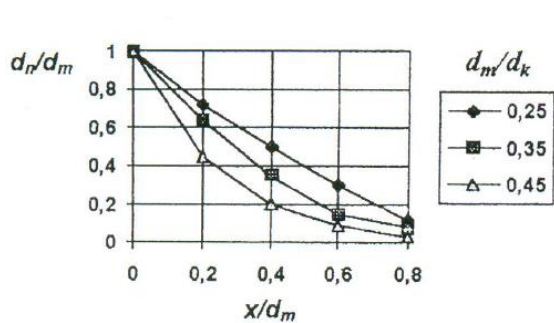


Рис. 2. Зависимость относительного диаметра полости в трубе от положения иглы и от относительного размера матрицы

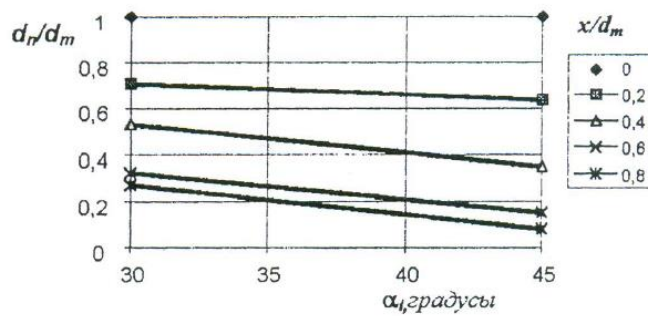


Рис. 3. Зависимость относительного диаметра полости в трубе от угла наклона образующей иглы и положения иглы

обратном направлении. Так, эффективным способом бурения считается прием подачи бурильного раствора по одному каналу бурильной трубы, а удаление раствора по другому, параллельному каналу [5]. В промышленном производстве полых профилей из легких цветных металлов [6] техническая задача получения нескольких полостей решается применением язычковых матриц, снабженных несколькими короткими иглами, что позволяет обеспечить достаточную жесткость инструмента. Однако при прессовании труб из тяжелых цветных металлов, а тем более из сталей прием прессования через язычковые матрицы не может быть использован. Поэтому целесообразным является использование утолщенной иглы с двумя коническими поверхностями, примыкающими к рабочему торцу иглы. Манипулируя положением иглы относительно зеркала матрицы, можно управлять диаметром каналов, а также объединять и разъединять их.

Изложенное поясняется схемой рис. 4. Назначив положение иглы относительно матрицы менее критического значения  $x < x_{kp1}$  добиваются разделения потока течения металла с образованием двух полостей, отодвигая иглу от зеркала матрицы далее расстояния  $x_{kp1}$ , получают трубу с одним каналом. Возможно и дальнейшее увеличение расстояния между рабочим торцом иглы и матрицы, при увеличении расстояния  $x > x_{kp2}$  полость в трубе закроется. Такой прием известен из практики прессования труб из тяжелых цветных металлов, он служит для образования передней и задней пробок, которое приводит к вакуумизации полости, и получению труб с неокисленными внутренними поверхностями.

Получение толстостенных труб методом прессования наталкивается на трудность обеспечения достаточной прочности иглы, поскольку поперечное сечение ее в этом случае мало. Предлагаемый способ позволяет применять иглы большого поперечного сечения, что резко увеличивает их работоспособность.

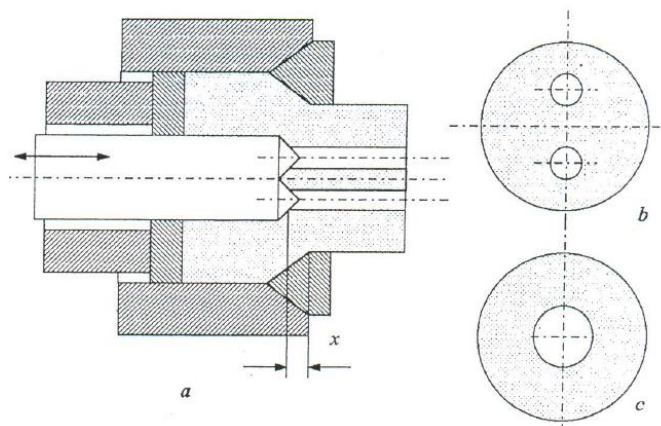
Авторами выполнены эксперименты по обратному прессованию труб с применением описанных выше приемов. В опытах [3] показано, что возможно получение труб со стабильным внутренним диаметром.

Известным достоинством метода прессования является мягкая схема напряженного состояния, что позволяет, в отличие от прокатки, получать изделия из малопластичных металлов и сплавов. Однако это достоинство порождает такой недостаток, как высокие нормальные напряжения внутри очага деформации, крайне негативно влияющие на стойкость инструмента. Считается, что в обычно применяемых режимах прессования нормальные напряжения на инструменте составляют (5...10)-кратную величину от сопротивления деформации прессуемого металла. Из теории обработки металлов давлением известно, что вблизи свободных поверхностей напряжения всегда меньше, чем в замкнутых объемах металла. Поэтому для снижения нагрузок следует предусмотреть в очаге деформации наличие свободных поверхностей. В предлагаемом способе такие поверхности предусмотрены со стороны полости трубы. Подобный прием применяется при безоправочном волочении труб и некоторых других процессах обработки металлов давлением.

Задача предсказания формы получаемого изделия в обычных процессах прессования не ставится, поскольку разработанная к настоящему моменту теория прессования предполагает

Рис. 4. Схема прессования трубы с двумя отверстиями и свободным истечением в полость:

$a$  — продольный разрез;  $b$  — получение каналов при  $x < x_{kp1}$ ;  $c$  — получение одного канала при  $x > x_{kp1}$



ет наличие четкого соответствия между конфигурацией отверстия для истечения металла и формой получаемого изделия. Описанный в данной работе способ прессования труб со свободным истечением металла в полость нуждается в дополнительном изучении для уточненного описания формоизменения, определения влияния свободного течения в полость на энергосиловые параметры, на характеристики напряженного состояния, пластичность прессуемого металла.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Жолобов В. В., Зверев Г. И. Прессование металлов. М.: Металлургия, 1971, 456 с.
2. Патент РФ № 2042447. Устройство для прессования труб / С. П. Буркин, Ю. Н. Логинов. МКИ В21С25/00, заявка № 93038218, БИ№ 24 от 27.08.93.
3. Буркин С. П., Логинов Ю. Н., Моисеев В. А., Андрюкова Е. А. Закономерности формирования полостей при прессовании коническими оправками. Сталь, 1997, № 1, с. 41—45.
4. Буркин С. П., Логинов Ю. Н. Исследование формирования полости трубы при прессовании с укороченной иглой. Известия вузов. Черная металлургия, 1997, № 8, с. 35—37.
5. Чекулаев П. Г., Дусев В. Н., Гнусарев В. Ф. Буровой инструмент Швеции и практика его эксплуатации. М.: Цветметинформация, 1965. 75 с.
6. Профили, прессованные из алюминиевых и магниевых сплавов: Каталог. Книга 1. Полые профили. Профили переменного сечения и панели / Б. И. Бондарев, Г. В. Лытнева, В. Ф. Николаев и др. М.: Металлургия, 1989. 512 с.