



## Preparation of Preparations for Bottomless Pressing Containing Holes with a Triangular Cross Section

Boyko KRASTEV, Nikolay ALEXIEV

Bulgarian Academy of Science, Institute of Metal Science, Equipment, and Technologies  
with Center for Hydro- and Aerodynamics “Acad. A. Balevski”, Sofia, Bulgaria,  
e-mail: [boikokrastev@gmail.com](mailto:boikokrastev@gmail.com)

### Abstract:

The methods for plastic processing of multistage extrusion and bottomless pressing created at the Institute are a technological prerequisite for the development of new technical solutions, which are the subject not only of the present work. By combining these high-tech methods, conditions are created for the creation of very efficient technologies for the production of thick-walled and ultra-thick-walled pipes, tubular wires and profiles with small cross-sectional dimensions of the cavities (including capillary openings).

**Keywords:** plastic deformation, bottomless pressing, extrusion

## Изработване на заготовки за бездорниково пресоване съдържащи отвори с триъгълно напречно сечение

Бойко КРЪСТЕВ, Николай АЛЕКСИЕВ

### Увод

Създадените в Института методи за пластична обработка многостъпална екструзия [2-4] и бездорниково пресоване [5-9] са технологична предпоставка за разработване на нови технически решения, които са обект не само на настоящата работа. Чрез съчетаването на тези високотехнологични методи, се получават условия за създаване на много ефективни технологии за производство на дебелостенни и свръх дебелостенни тръби, тръбни телове и профили с малки размери на напречното сечение на кухините (включително капиларни отвори). Тези профили са много подходящи за последваща обработка на стругаваматни и с това за получаване на крайни изделия с високи експлоатационни качества на базата на високопроизводителни и икономически изгодни технологии. Разработеното по-долу технологично схемно решение и инструмент, ще бъдат насочени към изработване чрез пластична деформация на заготовки съдържащи отвори с триъгълно напречно сечение, предвид на обстоятелството за възможна бърза практическа реализация на получените крайни резултати. Предпоставка за разработване на тези нови технически решения са проведените експерименти и натрупания технологичен опит с разработените инструмент и технологична схема за изработване на заготовки за пресоване съдържащи отвори с некръгло напречно сечение [1]. Тези заготовки се използват за пластична обработка чрез бездорниково пресоване в условията на многостъпална екструзия. Проведените опити свързани с реализацията на описания в [1] технологичен процес показаха, че са налице следните недостатъци: необходима е много голяма осева сила за осъществяване на деформационния процес (деформираща осева сила около 2500-3000KN при заготовка от мед М1 с външен диаметър  $\phi 50\text{mm}$  и дорник с диаметър  $D_{\text{от}} = \phi 8,5 \div 25\text{mm}$  на описаната около напречното триъгълно сечение

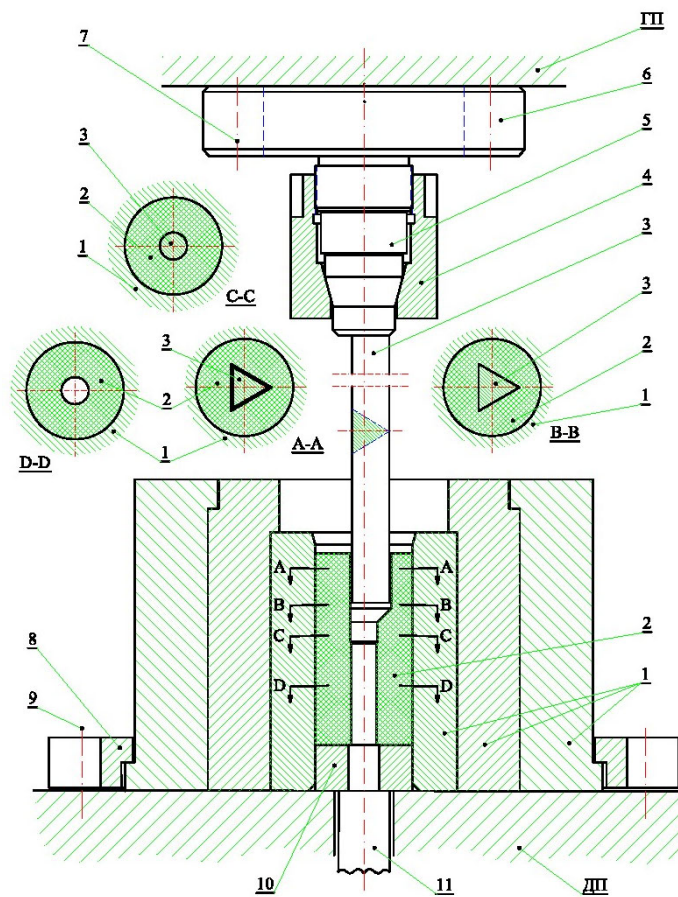
окръжност), което се дължи на неблагоприятната схема на тримерно натисково напрегнато състояние на деформируемия материал; необходимост от допълнителни сравнително времеемки операции свързани с освобождаването на заготовката от втулките и дорника. Поради тези недостатъци бе търсена друга технологична възможност, която е дискутирана по долу.

## 2. Описание на инструмента и на технологичната схема

Разработеното технологично решение за получаване на заготовка за бездорниково пресоване съдържаща отвор с не кръгло напречно сечение може терминологически да бъде дефинирано като дорноване (вбиване на поансон с некръгло напречно сечение в отвор с кръгло напречно сечение). Техническата същност на това решение може да бъде изяснено на базата на фиг.1. На тази фигура инструментът е начертан в положение съответстващо на един междинен етап от процеса на пластична деформация. Инструментът се състои от тривтулков контейнер 1 в отвора, на който е поместена заготовка 2 с проходен цилиндричен отвор с кръгло напречно сечение. Диаметърът на този отвор  $D_0$  е по-голям с  $0,05-0,1\text{mm}$  от диаметъра  $D_d$  на предната цилиндрична зона на дорника 3 ( $D_d = D_{вп} - 0,2 \div 0,4\text{mm}$ ;  $D_{вп}$  е диаметър на вписаната в триъгълното напречно сечение В-В окръжност). По своята дължина този дорник 3 има четири зони: 1. Горна (може да бъде наречена глава на поансона, която съдържа две цилиндрични и една междинна конична части) служеща за закрепване на дорника към горния притискач 6; 2. Междинна горна зона с цилиндрична форма с некръгло (в конкретния случай триъгълно) напречно сечение. Диаметър  $D'_{вп}$  на окръжността вписана в това напречно сечение А-А е  $D'_{вп} = D_{вп} - 0,2 \div 0,4\text{mm}$ ; 3. Междинна долна зона (осъществяваща пластичното деформиране) съдържаща две части: 3.1. Горна къса цилиндрична част с триъгълно напречно сечение – сечение В-В), която изпълнява функцията на калибриращ пояс; 3.2. Долна деформираща част със сложна геометрична форма (от един пресечен конус (с ъгъл при върха  $\alpha$ ) са изрязани три сектора дефинирани с трите равнини на горната къса част от т. 3.1 и пресечения конус; 4. Долна цилиндрична зона (описана по-горе). В долната част на отвора на контейнера 1 чрез сглобка с гарантирана хлабина е поместена втулка 10. Контейнерът 1 е монтиран върху долната плоча ДП на пресата и е закрепен към нея с помощта на диск 8 и болтове 9, като отвора на контейнера 1 е съосен с избивача на пресата 11. Притискачът 6 е закрепен към горната подвижна плоча ГП на пресата с болтове 7. Поансонът 3 е закрепен към притискача 6 посредством холендрова гайка 4. Между елементите 3 и 6 е поместена подложка 5. При монтажа е осъществена съосност между поансона 3 и отвора на контейнера 1. Технологичният процес на базата на описания инструмент (фиг.1) се осъществява по следния начин: Върху долната плоча ДП на пресата се закрепва с помощта на диск 8 и болтове 9 контейнера 1, а върху горната плоча ГП на пресата се закрепва притискача 6 с помощта на болтове 7. При това отворът в контейнера 1 е съосен с избивача 11, като притискачът 6 и контейнерът са също съосни.

В изходно положение пресата е „отворена“, т.е. горната плоча ГП е в горна мъртва точка. При това положение в отвора на контейнера 1 се поставят последователно втулката 10 и заготовката 2. Следва бърз ход надолу на горна плоча ГП, до момента в който поансонът 3 опре до заготовката 2. Следва силов ход на пресата, при който поансонът 3 се вбива в заготовката 2 и се осъществява процеса на пластична деформация. Един междинен етап от този процес е отразен на фиг. 1 Сечения А-А и В-В показват напречното сечение на заготовката 2 съответно след деформационния процес и по време на оформяне на триъгълния отвор в заготовката 2 от калибриращия пояс на дорника 3. Сечения С-С и D-D показват това напречно сечение преди деформационния процес съответно след и преди проникване в отвора на заготовката 2 на предната цилиндрична

зона на дорника 3. Деформационният процес може да завърши при цялостно преминаване на калибращата част на дорника през заготовката (в заготовката се получава проходен отвор с триъгълни напречно сечения). В този случай отворът във втулка 10 трябва да е по-голям от диаметъра на описаната окръжност около напречното сечение на дорника. Други вариант е процесът да завърши когато долната челна повърхност на поансона 3 се изравни с горната челна повърхност на втулка 10. Трети вариант е когато в заготовката 2 се пробие непроходен отвор и поансонът 3 деформира до момента, в който той опре дъното на този отвор ( в този случай не е необходимо да се поставя тапа на заготовката, но трябва да се отчита, че негодната предната част от готовото изделие (която се изхвърля) е по дълга. След края на деформационния процес пресата се разтоварва и се осъществява бърз ход нагоре на горната плоча ГП до достигане на изходното положение, като при това заготовката 2 остава запресована в отвора на контейнера 1. С помощта на избивача 11 заготовката 2 и втулката 4 се изваждат от отвора на контейнера 1, с което технологичният процес приключва.



**Фиг.1. Схема за получаване на заготовка за бездорниково пресоване, съдържаща отвор с не кръгло напречно сечение**

На фиг.2 е показана снимка на поансони, с които са проведени експерименталните изследвания в настоящия раздел на разработката. Показаните на тази фигура поансони с опростена геометрична форма (без наличието на горна зона т.н. „глава на поансона““ служеща за закрепване на дорника 3 към горния притискач 6 – ( фиг.1), които са значително по-лесни за изработка, са използвани при началните експерименти. При тях

са изследвани технологичните възможности на разработваната технологична схема, като са варирани геометричните параметри на междинните горна и долна зони, както и долната зона. Размерите на междинната долна зона на поансона, (осъществяваща пластичното деформиране) е варирана на следните нива: размери на триъгълното напречно сечение В-В от фиг.1 ( $A=14,8\text{mm}$ ;  $17,7\text{mm}$ ;  $20,7\text{mm}$ ;  $23,7\text{mm}$ , където  $A$  е страна на триъгълника); ъгъл  $\alpha$  при върха на конуса ( $\alpha=90^0$ ,  $105^0$  и  $120^0$ ); височина на калибрацияния пояс ( $2\text{mm}$ ,  $4\text{mm}$ ,  $6\text{mm}$ ). Опитите показаха, че при всичките изследвани размери процесът протича по един много добър начин: отлична форма и гладкост (блестяща (като полирана) повърхност) на отвора; ниски деформиращи сили –  $120\div 300\text{KN}$ . Деформиращата сила се влияе несъществено от височината на калибрацияния пояс, и в рамките на  $10\%$  от ъгъл  $\alpha$  (най ниска е силата при  $\alpha =90^0$ ) [10], [11].

На фиг.3 и фиг.4 са показани фотоснимки на две дорновани заготовки, отворите на които са запълнени с  $\text{NaNO}_3$ , като на фиг.4 са показани и пресостатъци на пресовани пръти, на които се вижда и междинното екструзионно стъпало и един къс участък от изделието.



**Фиг.2.** Поансони, с които са проведени експерименталните изследвания



**фиг.3.** Примери на дорновани заготовки



**Фиг.4.** Примери на дорновани заготовки

### 3. Заключение

Проведени бяха опити свързани с осъществяване на описания технологичен процес, използван е материал мед М1, който има подходящи свойства за обработка в условията на многостъпална екструзия. В заключение е уместно да се отбележи, че в този разработка е предложено и експериментирано ново технологично решение, (както и инструментална екипировка за неговата реализация), за изработване чрез пластична деформация на заготовки, които са подходящи за последваща пластична обработка чрез бездорниково пресоване в условията на многостъпално пресоване. Това решение (в сравнение с (1)) се характеризира с висока технологичност и производителност, ниски деформиращи сили –  $120\div 300\text{KN}$  и много добри качества на получаваните изделия (висока точност на геометричната форми и размери и ниска грапавост на повърхностите на отвора на заготовката). Постигнатите резултати могат да намерят практическо приложение в разработване на високоефективни технологии за получаване на конкретни изделия за заваръчната техника.

#### Благодарности:

Изследването е частично финансирано по проект Център за върхови постижения „Национален център по мехатроника и чисти технологии“ по ОП „Наука и образование за интелигентен растеж 2014-2020“.

#### Литература

1. Кръстев Б., Инструмент и технологична схема за изработване на заготовки за пресоване съдържащи отвори с некръгло напречно сечение, доклад в шеста национална конференция *Металознание, хидро- и аеродинамика, национална сигурност '2017*, 29-30.05.2017, софия
2. Паунов Б., Б. Иванов, Т. Балеvски, Устройство за пластично обработване на материали, рег. N 51829 от 24.04 1981 г.
3. Иванов Б., Б. Паунов, Т. Балеvски, Ст. Минковски, Устройство за двустъпално пресуване, рег. N 56230 / 23.09.1983 г.
4. Иванов Б., Б. Паунов, Т. Балеvски, Ст. Минковски, Метод за двустъпална екструзия, рег. N 59181 от 28.04.1984 г.
5. Минковски С. Хр., Бездорниково пресоване на тръби, Дисертация, 1982 г..
6. Иванов Б., Б. Паунов, Т. Балеvски, Ст. Минковски, Макро- и микрогеометрия на бездорниково получени в условията на дискретна екструзия тръби, Юбилейна конференция на ЦМИ с международно участие, 1981 г.
7. Балеvски Т., Ст. Минковски, Б. Паунов, Б. Иванов, Изследване на процеса на бездорниково пресуване на тръби, “Машиностроене”, 3, 1980 г.
8. Кортенски Х., Б. Иванов, Б. Паунов, Т. Балеvски, Метод за бездорниково пресуване на тръби, Материалознание и технология, 5, 1977 г.
9. Кортенски Х., Т. Балеvски, Б. Паунов, Б. Иванов, С. Димов, Ст. Минковски, Метод за пресуване на профили с надлъжни кухини, рег. N 46173, X.1980 г. авт. св. N 29800.
10. Калчевска К. Х., Й. Н. Мирчев, М. М. Миховски Физически основи, методи, средства и технологии за визуално-оптичен и измерителен безразрушителен контрол. София, 2020, Издателство на БАН „Проф. М. Дринов”. ISBN 978-619-245-038-0. pp. 144.
11. Мирчев Й. Н., К. Х. Калчевска, М. М. Миховски, А. А. Туцова Физически основи, методи, материали и средства за капиларен безразрушителен контрол, 2019г. pp. 140. ISBN 978-619-90662-2-5.