

# A NEW REVERSIBLE BLANKING-PIERCING METHOD

# O NOUĂ METODĂ DE DECUPARE- PERFORARE REVERSIBILĂ

Ion NEAGOE

Transilvania University of Brasov, Romania

**Abstract.** Blanking and piercing by cold precision shearing is a modern process for obtaining metal parts with high geometric and dimensional precision and high quality of the cut surface. The parts processing is carried out with special dies which offer conditions for clean-cut, by eliminating rough cracks in the shearing zone. In the industrial practice more precision shearing methods exist and are applied. Of these, the perfected method to produce high precision parts is by reversible blanking-piercing. However, due to application difficulties – the dies require for operating triple action special presses – this method has not spread at industrial scale. The paper presents a new reversible blanking-piercing method which eliminates this disadvantage. The die built according to this principle can be operated by double action presses available in all cold pressing workshops.

**Key words:** reversible blanking-piercing, die, metal sheet, high precision, high quality

## 1. Introduction

The precision cold blanking-piercing is a modern shearing method, applied in practice since 1958, which ensures highly complex parts with high dimensional and geometrical accuracy and superior surface quality. Although initially it was used only in the watch industry, the great performances achieved made this method to be applied in numerous other industries.

The process is based on the theory of T. Karman according to which by creating a state of compressive stress in the material it is obtained the plastic deformation stability and the improvement of the material plasticity. In these circumstances, there are no more cutting cracks and the cutting process is accomplished by clean cutting [1, 2]. The cut surface resulted is smooth and has a shiny appearance on the entire thickness of the part.

The precision shearing process is carried out under different conditions from usual blanking-piercing, namely:

1. in the shearing zone there must be obtained in advance, a state of compressive stress of the material by pressing the blank with a pressure that equals or exceeds the tensile strength,  $\sigma$ ;

**Rezumat.** Decuparea și perforarea de precizie la rece este un procedeu modern prin care se obțin piese din tablă având precizie geometrică și dimensională ridicată și calitate superioară a suprafeței forfecate. Prelucrarea pieselor se realizează cu ștanțe de construcție specială, care asigură condiții pentru forfecarea pură, prin eliminarea fenomenului de rupere în zona de tăiere. În practica industrială se cunosc și se aplică mai multe metode de ștanțare de precizie. Dintre acestea, metoda cea mai perfecționată, prin care se obțin piese de înaltă precizie, este decuparea-perforarea reversibilă. Însă, din cauza dificultăților de aplicare – pentru acționarea ștanțelor sunt necesare prese speciale cu triplă acțiune – această metodă nu s-a extins la scară industrială. În lucrare se prezintă o nouă metodă de decupare-perforare reversibilă care elimină acest dezavantaj. Ștanțele construite după acest principiu pot fi acționate de prese cu dublă acțiune, prese aflate în dotarea majorității atelierelor de presare la rece.

**Cuvinte cheie:** decupare-perforare reversibilă, ștanță, tablă, precizie ridicată, calitate superioară

## 1. Introducere

Decuparea-perforarea de precizie la rece este un procedeu modern de ștanțare, aplicat în practică începând cu anii 1958, care asigură obținerea unor piese de mare complexitate având precizie geometrică și dimensională ridicată și calitate superioară a suprafeței forfecate. Deși inițial a fost utilizat numai în domeniul industriei de ceasuri, performanțele deosebite obținute au făcut ca, în scurt timp, acest procedeu să fie aplicat în numeroase alte domenii industriale.

Procedeu are la bază teoria lui T. Karman, conform căreia prin realizarea unei stări de tensiune de compresiune spațială în materialul semifabricatului se obține stabilitatea deformației plastice și îmbunătățirea plasticității materialului. În aceste condiții, nu se mai formează fisurile de forfecare, iar procesul de tăiere se realizează prin forfecare pură [1, 2]. Suprafața forfecată rezultă netedă și cu aspect lucios pe întreaga grosime a piesei.

Procesul ștanțării de precizie se desfășoară în condiții diferite față de decuparea-perforarea obișnuită, și anume:

1. în zona de tăiere trebuie obținută, în prealabil, o stare de tensiune de compresiune spațială a materialului prin presarea semifabricatului cu o presiune care atinge sau chiar depășește rezistența la rupere,  $\sigma$ ;

2. providing a lower cutting speed in favour of the clean-cut process,  $v \approx 15$  mm/s. Therefore, hydraulic presses are used to drive the die;
3. the clearance between the stamping tools is much lower than in ordinary stamping, in theory  $j = 0$ , and in some cases the clearance is negative;
4. to ensure appropriate stamping tool geometry for delaying the formation of cutting cracks. For this purpose, the main cutting tool – for blanking, active plate, and for piercing the punch – is operated with the active edge slightly rounded with a small radius  $r = (0.5...0.1)g$ , where  $g$  is the thickness of the sheet.

## 2. Methods for precision cold shearing

In practice there are several methods used for the precision cold stamping which differ in the way in which the prior material local compression is made.

The simplest method is the blanking without clearance between tools [2], which is applied practically also on ordinary blanking parts with less than 0.3 mm thickness. The tension is obtained by the material compression over the rounded edge of the active plate. The method performances are relatively low and the clean-cut zone does not extend through the entire thickness of the part.

Another method is the stamping with the negative clearance between tools [2, 3] on which the punch has a larger size in the cross-section than that of the active plate. The state of compressive stress is obtained by intense pressure of the blank material located between the punch head and the front surface of the active plate. In this case, the punch does not penetrate the active plate bore, but stops at a distance of 0.1...0.2 mm. This distance must be low enough to ensure the detachment piece of the part upon the punch return.

The precision blanking-piercing with prior compression of the material in the cutting area, known as the “fine-blanking” is the most used method in the industry. The compression of the material in the cutting area is achieved by means of special plate operated by means of springs or by the outer slider of the press [4, 5, 6]. The clamping plate can have a flat active surface or it is provided with a locking rib material, the latter solution being used only for the blanking die (Figure 1). In this case the tension of the material in the cutting area is achieved by radial compression with the aid of the locking rib of the clamping plate 4 and the axial pressing between the punch 3 and counter punch 2.

2. asigurarea unei viteze de tăiere mult mai mică, favorabilă procesului de forfecare,  $v \approx 15$  mm/s. De aceea pentru acționarea ștanțelor sunt utilizate prese hidraulice;
3. jocul dintre sculele ștanței are valori mult mai mici decât la ștanțarea obișnuită, teoretic  $j = 0$ , iar în unele cazuri jocul este negativ;
4. asigurarea unei geometrii adecvate a sculelor ștanței care să întârzie formarea fisurilor de forfecare. În acest scop, scula principală a ștanței – la decupare placa activă, iar la perforare poansonul – se execută cu muchia activă ușor rotunjită cu o rază mică,  $r = (0,5...0,1)g$ , unde  $g$  reprezintă grosimea semifabricatului.

## 2. Metode de ștanțare de precizie la rece

În practică sunt utilizate mai multe metode de ștanțare de precizie la rece, care diferă între ele prin modul în care se realizează comprimarea locală, prealabilă a semifabricatului.

Cea mai simplă metodă o reprezintă decuparea cu ștanțe fără joc între scule [2], care se aplică, practic, și la ștanțarea obișnuită a pieselor cu grosime mai mică de 0,3 mm. Tensionarea materialului se obține prin comprimarea acestuia peste muchia rotunjită a plăcii active. Performanțele metodei sunt relativ scăzute, iar zona lucioasă nu se extinde pe întreaga grosime a piesei.

O altă metodă o reprezintă decuparea cu ștanțe cu joc negativ între scule [2, 3] la care poansonul are dimensiunile, în secțiune transversală, mai mari decât cele ale plăcii active. Starea de tensiune de compresiune spațială se obține prin presarea intensă a zonei din materialul semifabricatului amplasată între capul poansonului și suprafața frontală a plăcii active. În acest caz, poansonul nu pătrunde în alezajul plăcii active, ci se oprește la o distanță de 0,1...0,2 mm. Această distanță trebuie să fie suficient de mică pentru a se asigura desprinderea piesei din bandă la cursa de ridicare a poansonului.

Decuparea-perforarea de precizie cu presolicierea materialului în zona de tăiere, cunoscută și sub denumirea de „ștanțare fină”, este metode cea mai utilizată în industrie. Comprimarea materialului în zona de tăiere se realizează cu ajutorul unei plăci speciale, acționată cu ajutorul unor arcuri sau de către culisorul exterior al presei [4, 5, 6]. Placa de strângere poate avea suprafața activă plană sau este prevăzută cu o nervură de blocare a materialului, ultima soluție fiind utilizată numai pentru ștanțele de decupare (Figura 1). În acest caz tensionarea materialului în zona de tăiere se realizează prin comprimarea radială cu ajutorul nervurii de blocare a plăcii de strângere 4 și presarea axială între

The parts obtained have high accuracy (class 7 according to ISO), and the roughness of the cut surface falls within the range  $R_a = 0.4...0.8 \mu\text{m}$ . But the parts obtained result with slightly rounded edges on the surface in contact with the tool that has rounded edge (Figure 2).

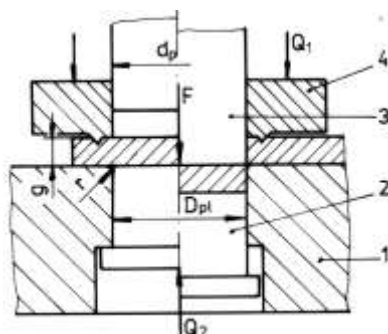


Figure 1. Fine blanking principle schematics  
 Figura 1. Schema de principiu a ștanțării fine

The most performance precision stamping method is the reversible blanking-piercing [2, 6]. The die consists of two identical subassemblies, one lower, fix and one upper, mobile (Figure 3). In the first phase the mobile subassembly comes down and presses the material over the tools of the lower subassembly (Figure 3a). Then, the inferior combined tool 2 (punch for blanking and active plate for piercing) moves upwards and penetrates the material  $a = 0.25g$  depth ( $g$  – thickness of the sheet) such that cutting crack do not appear (Figure 3b). After that the cutting direction is changed, by descending the combined upper tool 5, which performs the complete separation of part from the blank (Figure 3c). Meanwhile, the other tools of the die (blanking plates 1 and 4, respectively, piercing punches 3 and 6) remain motionless.

poansonul 3 și contra-poansonul 2. Piesele obținute au precizie ridicată (clasa 7, după ISO), iar rugozitatea suprafeței forfecate se încadrează în limitele  $R_a = 0,4...0,8 \mu\text{m}$ . Însă piesele obținute rezultă cu marginile ușor rotunjite pe suprafața pe care acționează scula care are muchia rotunjită (Figura 2).

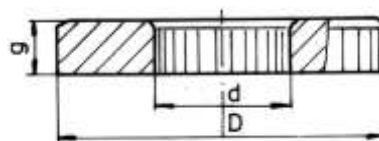


Figure 2. Part obtained by fine blanking  
 Figura 2. Piesă obținută prin ștanțare fină

Cea mai performantă metodă de ștanțare de precizie este decuparea-perforarea reversibilă [2, 6]. Ștanța este alcătuită din două subansambluri identice, unul inferior, fix și unul superior, mobil (Figura 3). În prima fază coboară subansamblul mobil și presează semifabricatul peste sculele din subansamblul inferior (Figura 3a). Apoi scula combinată inferioară 2 (poanson de decupare și placă activă pentru perforare) se deplasează de jos în sus și pătrunde în material pe adâncimea  $a = 0,25g$  ( $g$  – grosimea semifabricatului), astfel aleasă încât să nu înceapă formarea fisurilor de forfecare (Figura 3b). După aceea se schimbă sensul de tăiere, prin coborârea sculei combinate superioară 5, care realizează separarea completă a piesei din semifabricat (Figura 3c). În acest timp, celelalte scule ale ștanței (plăcile de decupare 1 și 4, respectiv poansoanele de perforare 3 și 6) rămân nemișcate.

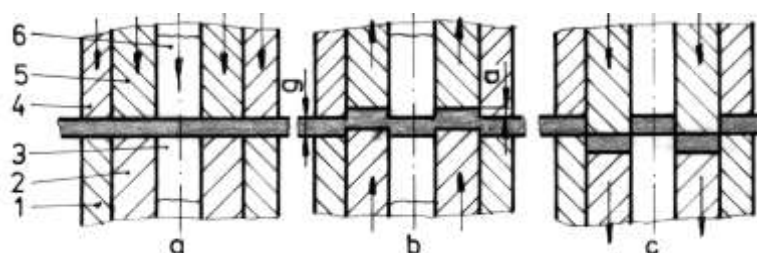


Figura 3. Schema de principiu a decupării-perforării reversibil  
 Figure 3. Reversible blanking-piercing principle schematics

The parts obtained result in absolute flatness, the edges are sharp and the roughness has good values,  $R_a = 0.32...0.63 \mu\text{m}$ . The main disadvantage of this method is the necessity of using some special triple action presses for operating the die.

Piesele obținute rezultă cu planeitate absolută, muchiile sunt ascuțite iar rugozitatea are valori foarte bune,  $R_a = 0,32...0,63 \mu\text{m}$ . Dezavantajul principal al acestei metode îl reprezintă necesitatea utilizării, pentru acționarea ștanțelor, a unor prese speciale cu triplă acțiune.

### 3. A new method for reversible blanking-piercing

The new reversible blanking-piercing method eliminates the above mentioned disadvantage and can be adapted to a double-action press, press found in most cold pressing workshops. The schematic principle of this method is shown in Figure 4 [7]. Structurally, the die is similar to that shown in Figure 3. The essential difference lies in the operation, namely, the method by which the shearing reversal is made. Thus, initially, under the action of the outer slider of the press, the cutting plate 5 and the punch 7 descends, coming into contact with the blank (Figure 4a) and thereafter makes its cut at a depth of  $a = 0.25g$  (Figure 4b). Meanwhile the lower combined tool 1 remains fixed, supported by the hydraulic press cushion. After that, under the action of the inner slider, the upper combined tool 6 descends and performs the reverse cutting of material until the separation of the workpiece from the blank.

### 3. O nouă metodă de decupare-perforare reversibilă

Noua metodă de decupare-perforare reversibilă elimină dezavantajul menționat, putând fi amplasată pe o presă cu dublă acțiune, presă aflată în dotarea majorității atelierelor de presare la rece. Schema de principiu a acestei metode este prezentată în Figura 4 [7]. Constructiv, ștanța este similară cu cea prezentată în Figura 3. Diferența esențială constă în modul de funcționare, respectiv în modalitatea prin care se realizează inversarea sensului de tăiere. Astfel, la început, sub acțiunea culisorului exterior al presei, coboară placa de decupare 5 și poansonul de perforare 7, care vin în contact cu semifabricatul (Figura 4a) și, în continuare, realizează tăierea acestuia pe adâncimea  $a = 0,25g$  (Figura 4b). În acest timp scula combinată inferioară 1 rămâne fixă, fiind susținută de perna hidraulică a presei. După aceea, sub acțiunea culisorului interior, scula combinată superioară 6 coboară și realizează tăierea în sens invers a materialului, până la separarea completă a piesei din semifabricat.

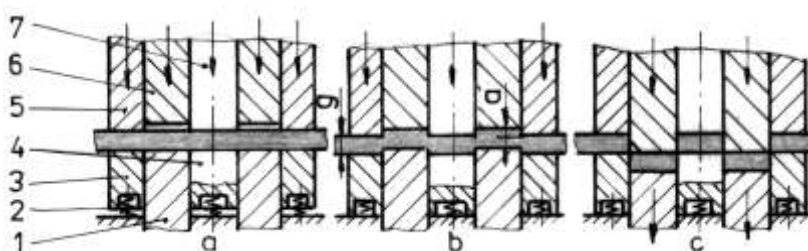


Figure 4. Principle schematics of the new method of reversible blanking-piercing  
 Figura 4. Schema de principiu a noii metode de decupare-perforare reversibilă

### 4. Design solution of the reversible blanking-piercing die actuated by the double action press

The construction of the blanking-piercing die is shown in Figure 5. The die comprises two identical sub-assemblies (A and B) from the point of view of the active elements. The mobile upper die subassembly descending is carried out first, and the axial compression of the blank by means of elastic elements 2 is made. After that, the active plate for blanking 6 and the punch 5 of this sub-assembly, driven by the double action outer slider press, penetrate into the material of the blank to a depth of about 20...25% of the thickness (see the left side of the die). Meanwhile the inferior combined tool 3 remains still, supported through special rods 1 by hydraulic press cushions. Then the combined tool 15 (blanking punch and punching shear plate) driven by inner slider of the press via rods 9, descends, separating the part from the blank (see

### 4. Soluție constructivă pentru ștanța de decupare-perforare reversibilă acționată de presă cu dublă acțiune

Construcția ștanței de decupare-perforare reversibilă este prezentată în Figura 5. Ștanța se compune din două subsansambluri identice (A și B) din punct de vedere al elementelor active. La coborârea subsansamblului mobil superior B se realizează mai întâi comprimarea axială a semifabricatului, prin intermediul elementelor elastice 2, după care placa tăietoare de decupare 6 și poansonul de perforare 5 ale acestui subsansamblu, acționate de culisorul exterior al presei cu dublă acțiune, pătrund în materialul semifabricatului pe o adâncime de aproximativ 20...25% din grosimea acestuia (vezi partea din stânga a ștanței). În acest timp scula combinată inferioară 3 rămâne nemișcată, fiind susținută, prin intermediul tijelor speciale 1, de către perna hidraulică a presei. Apoi scula combinată 15 (poanson de decupare și placă tăietoare de perforare), acționată de către culisorul

right side of the die). On the return stroke of the two slides of the press the piece and the disposal waste are delivered.

interior al presei, prin intermediul tijelor 9, coboară, realizând separarea completă a piesei de semifabricat (vezi partea din dreapta a ștanței). La cursa de retragere a celor două culisoare ale presei se realizează eliminarea piesei și deșeurilor din ștanță.

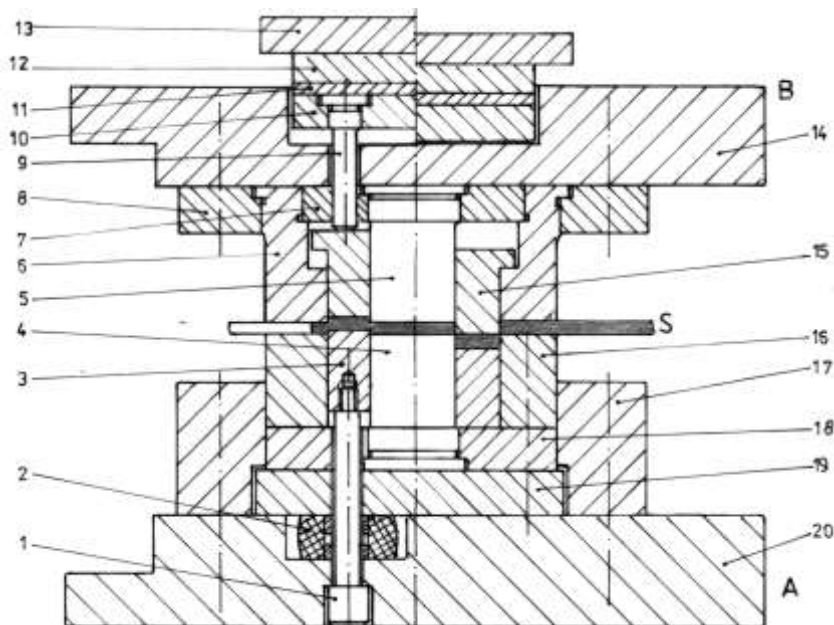


Figure 5. Reversible blanking and piercing die  
 Figura 5. Ștanță pentru decupare-perforare

## 5. Conclusions

The cold precision shearing is a modern process, effectively in achieving highly complex parts with high dimensional geometric precision and high quality of the cut surface. The industry uses several methods of precision cold stamping. However, the best performance method has limited applicability because the die drive requires triple action special presses. The new method presented in the paper offers the possibility to use this high performance technology in the majority of cold pressing workshops which operate double action hydraulic presses.

## 5. Concluzii

Decuparea-perforarea de precizie la rece este un procedeu modern, foarte eficient pentru obținerea pieselor de mare complexitate având precizie geometrică și dimensională ridicată și calitate foarte bună a suprafeței forfecate. În industrie sunt utilizate mai multe metode de ștanțare de precizie la rece. Însă, metoda cu cele mai bune performanțe are aplicabilitate limitată deoarece pentru acționarea ștanțelor sunt necesare prese speciale cu triplă acțiune. Prin noua metodă prezentată în lucrare se oferă posibilitatea utilizării acestei tehnologii de mare performanță în majoritatea atelierelor de presare la rece care au în dotare prese hidraulice cu dublă acțiune.

## References

1. Thipprakmas, S., Jin, M., Murakawa, M. (2007): *An investigation of material flow analysis in fineblanking process*. Journal of Materials Processing Technology, ISSN 0924-0136, vol. 191-192, p. 237-242
2. Iliescu, C., Tureac, I., Gaspar, L. (1980): *Debitarea, decuparea și perforarea de precizie (Precision cutting, blanking and piercing technology)*. Editura Tehnică, București, Romania (in Romanian)
3. Fan, W.F., Li, J.H. (2009): *An investigation on damage of AISI-1045 and AISI-1025 steel in fine-blanking with negative clearance*. Materials Science and Engineering: A, ISSN 0921-5093, vol. 499, no. 1-2, p. 248-251
4. Thipprakmas, S. (2009): *Finite element analysis of V-ring indenter mechanism in fine-blanking process*. Materials & Design, ISSN 0264-1275, vol. 30, no. 3, p. 526-531
5. Iliescu, C. (1990): *Cold-Pressing Technology*. Elsevir, ISBN 9780444988652
6. Romanovski, V.P. (1970): *Ștanțarea și matrițarea la rece (Cold stamping and forming)*. Editura Tehnică, București (in Romanian)
7. Neagoe, I., Motoasca, T., Lie, V., Horia, M. (1998): *Stamping method and reversible blanking-piercing die*. Patent RO 112818

Received in November 2015

Lucrare primită în Noiembrie 2015