

Mgr inż. Tadeusz DRENGER, mgr inż. Jan WIŚNIEWSKI, doc. dr inż. Jerzy LISOWSKI,  
mgr inż. Sławomir FRĄCKOWIAK  
Instytut Obróbki Plastycznej, Poznań

# Badania technologii kształtowania obrotowego i wdrożenie innowacyjnych przepustnic centrycznych w firmie AFT – Poznań

## *Investigation of the rotary extrusion technology and implementation of innovative centric throttles in AFT - Poznań*

### **Streszczenie**

W artykule opisano badania procesu kształtowania obrotowego tarcz do innowacyjnych przepustnic centrycznych DN-700 i DN-1000. Ukształtowane technologią obróbki plastycznej tarcze wykonane z blachy ze stali nierdzewnej zastępują dotychczas stosowane korpusy odlewane i są 3-5 razy lżejsze. Badania obejmowały następujące technologie: wyoblanie obrotowe, obciskanie, obróbkę cieplną i tłoczenie. Na podstawie uzyskanych wyników badań opracowano proces technologiczny kształtowania tarcz dolnych i górnych dla przepustnicy centrycznej DN-700 i DN-1000. Jednocześnie według opracowanej technologii wykonano serię informacyjną tarcz, w które wmontowano pozostałe elementy przepustnic.

### **Abstract**

*The article describes investigation of the process of rotary extrusion of disks for innovative centric throttles, DN-700 and DN-1000. The disks, made of stainless steel by the technology of metal forming, replace the cast bodies used so far and are 3 - 5 times lighter. The investigation included the following technologies: spinning, crimping, heat treatment and stamping. Basing on the investigation results, the technological process of forming the lower and upper disks for the DN-700 and DN-1000 centric throttles has been elaborated. A pilot series of the disks has also been made; the other throttle element have been mounted into them.*

**Słowa kluczowe:** kształtowanie obrotowe, tarcze do przepustnicy centrycznej, wyoblanie, obrotowe obciskanie, wzornik

**Key words:** rotary extrusion, centric throttle disks, spinning, crimping, templet

## **1. WPROWADZENIE**

W ramach projektu celowego „Inicjatywy technologicznej” pt.: „Badania i przygotowanie produkcji innowacyjnej przepustnicy centrycznej w firmie AFT” zrealizowano badania dotyczące procesu kształtowania tarcz DN-700 i DN-1000.

Dotychczas tarcze przepustnic centrycznych były wykonywane jako odlewy, których ciężar 3-5 razy przekraczał nowy innowacyjny korpus blaszany wykonany metodami kształtowania obrotowego.

## **1. INTRODUCTION**

*Within the target project of the “Technological initiative”, entitled “Investigation and production preparation of innovative centric throttle in AFT firm”, the process of forming DN-700 and DN-1000 disks has been investigated.*

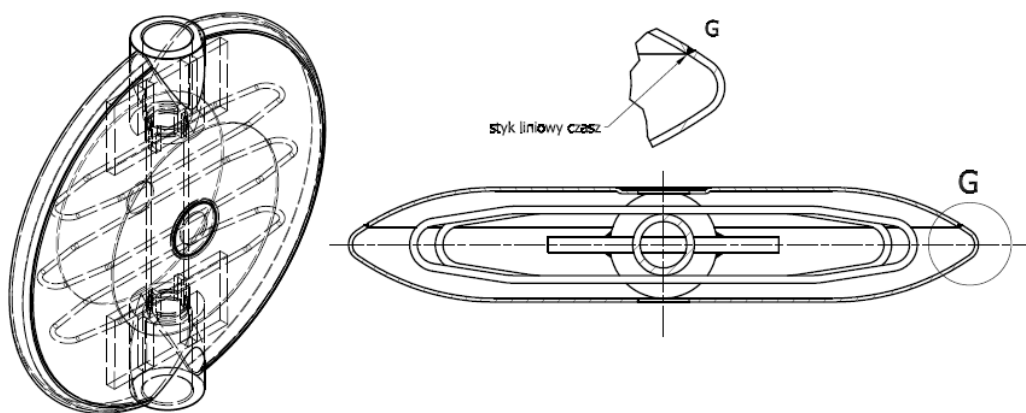
*So far, the disks of centric throttles have been made as castings whose weight was 3 -5 times that of the new innovative sheet metal body made by the methods of rotary extrusion.*

Przepustnica centryczna (rys. 1), która jest finalnym wyrobem składa się dwóch tarcz: górnej (rys. 2) i dolnej (rys. 3), stanowiących korpus. Tarcze odpowiednio wyprofilowane są połączone ze sobą podczas montażu wraz z pozostałymi elementami przepustnicy technologią spawania. Tarcza dolna składa się z powierzchni płaskiej, sferycznej i parabolicznej zaś tarcza górna z powierzchni płaskiej i sferycznej.

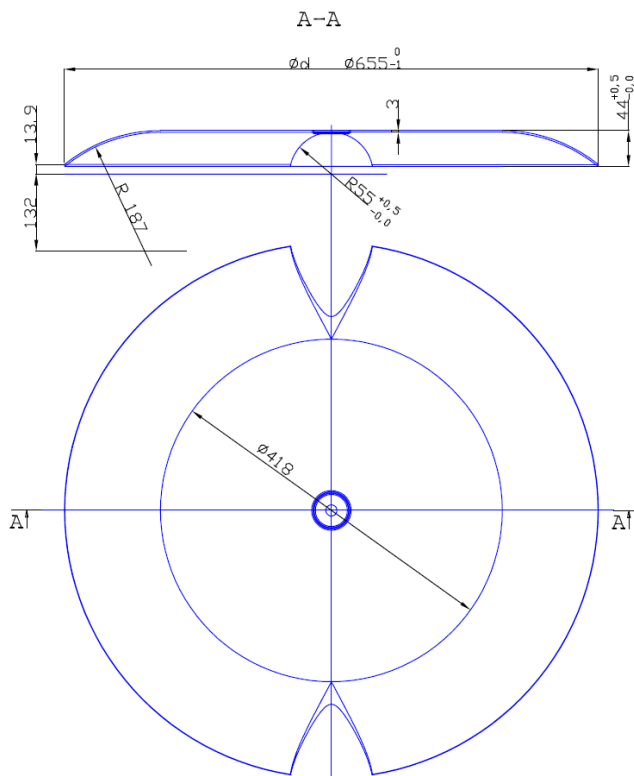
Przepustnice centryczne, w których głównym elementem roboczym są tarcze spawane ze stali nierdzewnej wzmocnione wypełniaczem, mają zastosowanie jako armatura w instalacjach przemysłowych i komunalnych, w tym także w urządzeniach o charakterze proekologicznym.

A centric throttle (fig. 1), which is a final product, consists of two disks: the upper one (fig. 2) and the lower one (fig.3) constituting the body. The disks, adequately shaped, are joined during assembly together with the other elements of the throttle by the technology of welding. The lower disk consists of a flat surface, a spherical one and a parabolic one; the upper disk consists of a flat surface and a spherical one.

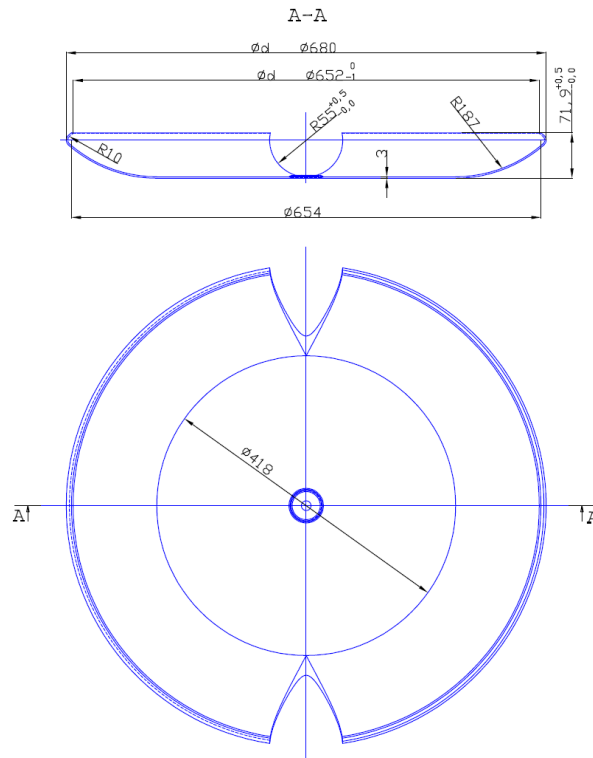
Centric throttles, in which welded stainless steel disks reinforced with filling material are the main working element, are applied as fittings in industrial and municipal installations, including environmental devices.



Rys. 1. Tarcza przepustnicy centrycznej DN-700  
Fig.1. DN-700 centric throttle disk



Rys. 2. Tarcza górna przepustnicy DN-700  
Fig. 2. DN-700 throttle upper disk



Rys. 3. Tarcza dolna przepustnicy DN-700

Fig. 3. DN-700 throttle lower disk

## 2. BADANIA TECHNOLOGII KSZTAŁTOWANIA OBROTOWEGO TARCZ PRZEPUSTNICY CENTRYCZNEJ DN-700 I DN-1000

Badania obejmowały proces kształtowania obrotowego tarcz górnych i dolnych (rys. 2 i 3), wykonanych ze stali nierdzewnej odpornej na działanie związków chemicznych występujących w roztworach alkalicznych rozcieńczonych kwasów organicznych.

Tarcze przepustnic DN-700 i DN-1000 są wykonywane ze stali nierdzewnej stopowej o małej zawartości węgla i znacznej ilości dodatków stopowych takich, jak: chrom, nikiel, molibden, mangan (tablica 1).

## 2. INVESTIGATION OF THE TECHNOLOGY OF ROTARY EXTRUSION OF THE DN-700 AND DN-1000 CENTRIC THROTTLE DISKS

The investigation included the process of rotary extrusion of the upper and the lower disks (fig. 2 and 3) made of stainless steel resistant to the chemical compounds present in alkaline solutions of dilute organic acids.

The disks of the DN-700 and DN-1000 throttles are made of stainless alloy steel with low carbon content and significant amount of alloy additives, such as: chromium, nickel, molybdenum, manganese (table 1).

Tablica 1. Skład chemiczny stali OH18N9 [5, 6]

Table 1. Chemical composition of OH18N9 steel [5, 6]

Oznaczenie stali Steel designation		% masy % mass						
znak sign	numer number	C	Mn	P <sub>max</sub>	S	N	Cr	Mo
X5CrNiMo17-12-2	1.4401	≤ 0,07	≤ 2,0	0,045	≤ 0,015	≤ 0,07	16,5-18,5	2,0-2,5

Duże ilości dodatków stopowych powodują, że materiał jest trudno obrabialny w procesie wyoblania a powstałe naprężenia powodują duże odsprężynowanie po odsunięciu narzędzia roboczego w postaci rolki wyoblającej.

Kształtowanie tarcz o stosunkowo dużych gabarytach wykonanych z materiału szybko umacniającego się przy zawężonym polu tolerancji wykonania stwarzało duże trudności wykonawcze. W przypadkach stosowania obróbki cieplnej (przesycania) pozostałe naprężenia wewnętrzne powodowały w procesie chłodzenia samoistne zniekształcenie kształtu wykonanych półwyrobów.

Materiałem wyjściowym były krążki wycięte z blachy. Wymiary krążków zostały wyliczone przy zastosowaniu wzorów matematycznych, a następnie skorygowano je na podstawie wyników przeprowadzonych badań.

W początkowych badaniach zastosowano krążki ze stali węglowej głębokotłocznej ze względu na niższą cenę tego gatunku blach, a następnie ze stali nierdzewnej w gatunku OH18N9.

W oparciu o wyniki dotychczasowych badań na tarczach do przepustnic centrycznych DN-500 i DN-600 oraz na podstawie rozpoznawczych badań kształtowania tarcz wielkogabarytowych opracowano wstępny modelowy proces technologiczny wykonania tarcz do przepustnic DN-700 i DN-1000.

### 3. WYOBLANIE TARCZ

Podstawowym celem badań było opanowanie technologii kształtowania tarcz do przepustnicy centrycznej z uwzględnieniem zawężonej tolerancji wykonania. Tarcze to wielkogabarytowe elementy o złożonych kształtach wykonane z trudno odkształcalnego i szybko umacniającego się materiału.

Ze względów oszczędnościowych w wstępnym etapie badań zastosowano krążki ze stali węglowej głębokotłocznej. Na podstawie uzyskanych wyników skorygowano średnicę krążków wyjściowych. W wyniku dalszych operacji wyoblania i obciskania obrotowego uzyskano poprawny kształt mieszczący się w granicach wymaganych tolerancji. W badaniach zasadniczych na krążkach ze stali nierdzewnej (kwasoodpornej), starano się adoptować trajektorie ruchu rolki stosowane przy kształtowaniu stali węglowej oraz przy wstępnych badaniach na wielkogabarytowych tarczach ze stali nierdzewnej.

*High amounts of additive result in that the material is hard-to-deform in the process of spinning and the stresses created cause severe springback after the tool ( a spinning roll) is moved away.*

*Forming relatively large disks made of quickly work hardening material, with a narrow execution tolerance, brought severe difficulties. In the cases where heat treatment (solutioning) was applied, the internal stresses caused deformation of the semi products in the process of cooling.*

*The initial material was disks cut out of metal sheet. Their dimensions have been calculated with the use of mathematical formulae and then corrected basing on the investigation results.*

*In the initial investigation, disks of deep-drawing carbon steel were used, due to the lower price of that steel grade, then ones of OH18N9 stainless steel.*

*Basing on the results of the investigation performed so far on the disks for the DN-500 and DN-600 centric throttles, as well as on the initial investigation of large dimension disk forming, an initial model technological process for the manufacture of the disks for DN-700 and DN-1000 throttles has been elaborated.*

### 3. SPINNING OF DISKS

*The basic purpose of the investigation was to master the technology of forming the disks for the centric throttle with the consideration of narrow execution tolerance. The disks are large elements of complex shapes made of hard-to-deform and quickly work hardening material.*

*For economic reasons, at the initial stage of the investigation, disks of carbon deep-drawing steel were used. Basing on the results obtained, the diameter of the initial disks has been corrected. As a result of the further operations of spinning and crimping, correct shape within the required tolerances has been obtained. In the basic investigation on disks made of stainless (acid resistant) steel the roll motion trajectories applied in forming carbon and in the initial investigation on stainless steel disks were used.*

Kryterium oceny była różnica geometrii kształtu otrzymanych wytłoczek od wymiarów nominalnych tarcz. W procesie kształtowania wyznaczano średnicę krążka wyjściowego oraz badano wybrane warianty trajektorii ruchu rolki kształtującej.

Pomiary tarczy dolnej po wyoblaniu wykazały znaczne odstępstwa zarysu ukształtowanego profilu od wymiarów nominalnych w wyniku sprężynowania powrotnego. Znacznie większe odsprężynowanie powrotne na części sferycznej zaobserwowano na tarczy górnej.

Poprawę zarysu kształtu tarczy uzyskano w procesie technologicznym wyoblania poprzez wprowadzenie modernizacji trajektorii ruchu rolki wyoblającej. Po udoskonaleniu trajektorii zmniejszone zostało odsprężynowanie części sferycznej w tarczy dolnej i tylko nieznacznie w tarczy górnej.

W związku z tym, zmieniono koncepcje wykonania tarczy górnej stosując krążek o większej średnicy pozwalający na ukształtowanie dodatkowo części kołnierza walcowego. To rozwiązanie dało pozytywny wynik i odsprężynowanie w części parabolicznej znacznie się zmniejszyło.

W wyniku przeprowadzonych badań, uzyskano ukształtowane wytłoczki tarcz górnych i dolnych o proponowanych kształtach z wymiarami mieszczącymi się w zakresie żądanych tolerancji. Nieznaczne przekroczenie określonych tolerancji kształtu nastąpiło w kilku przypadkach przy wyoblaniu tarcz wielkogabarytowych DN-1000.

#### 4. OBRÓBKA CIEPLNA (PRZESYCANIE)

Wytłoczki tarcz dolnych wykonanych ze stali nierdzewnej po wyoblaniu uległy znacznemu utwardzeniu wskutek umocnienia się materiału. Celem usunięcia powstałych naprężeń wewnętrznych, wywołujących odkształcenia powrotne, a równocześnie także celem usunięcia umocnienia plastycznego materiału, zastosowano obróbkę cieplną.

Obróbkę cieplną przesycania tarczy dolnej przeprowadzono w piecu elektrycznym (rys. 4), przy zastosowaniu temperatury 1060-1100 °C i chłodzeniu na powietrzu.

W wyniku zastosowania operacji przesycania zmniejszyła się wprawdzie twardość wytłoczek, ale powstałe naprężenia w procesie chłodzenia (studzenia) na powietrzu wywołały dodatkowe odkształcenie tarcz. Wobec tego odstąpiono od stosowania międzyoperacyjnej obróbki cieplnej w istniejących warunkach technicznych.

*The assessment criterion was the difference of the geometry of the drawpieces obtained from the nominal dimensions of the disks. In the forming process, the diameter of the initial disk has been determined and selected variants of forming roll trajectory have been investigated.*

*Measurements of the lower disk after spinning have shown significant discrepancies of the outline formed as compared to the nominal dimensions as result of springback. A much larger springback of the spherical part has been found in the upper disk.*

*A correction of the disk outline has been obtained by modernizing the roll trajectory in the process of spinning. After the improvement of the trajectory the springback of the lower disk spherical part has been reduced; only a slight reduction of it could be observed in the upper disk.*

*Consequently, the concept of the upper disk execution has been changed by applying a larger diameter initial disk to allow for additional forming a part of a cylindrical flange. This solution brought a positive effect and the springback of the parabolic part became much smaller.*

*As result of the investigation drawpieces of the upper and the lower disks with the proposed shapes and dimensions within the required tolerances have been obtained.*

*The shape tolerances have been slightly exceeded in several cases in spinning large DN-1000 disks.*

#### 4. HEAT TREATMENT (SOLUTIONING)

*The drawpieces of the lower disks made of stainless steel got significantly harder after spinning due to material work hardening. In order to remove the internal stresses causing springback and in order to remove the plastic hardening of the material, heat treatment has been applied.*

*Lower disk solutioning has been performed in an electric furnace with the application of the temperature of 1060-1100 °C and cooling in air.*

*As a result of the solutioning operation the hardness of the drawpieces has been reduced, but the stresses which had arisen in the cooling process have caused deformation of the disks. Therefore, the interoperation heat treatment under the existing technical conditions has been abandoned.*



Rys. 4. Piec elektryczny

Fig. 4. Electric furnace

W przyszłości przy obróbce przesycania wielkogabarytowych wytłoczek należy stosować piec tunelowy w którym po nagraniu do wskazanej temperatury należy stosować szybkie studzenie w zamkniętej przestrzeni.

Alternatywą może być zastosowanie w procesie wyoblania grzania za pomocą lasera.

*In the future, solutioning of large drawpieces should be performed with the application of a tunnel furnace in which, after heating up to the predetermined temperature, quick cooling in a closed space should be applied.*

*Laser heating in the process of spinning could be an alternative.*

## 5. OBROTOWE OBCISKANIE KOŁNIERZA

Proces obciskania dotyczył półwyrobu tarczy dolnej przepustnicy DN-700 i DN-1000, w którym płaski kołnierz został wyoblany do wewnątrz tworząc odcinek powierzchni parabolicznej. Obciskanie obrotowe wytłoczek przeprowadzono na wyoblance MWH-600 przy zastosowaniu skonstruowanego i wykonanego specjalnego wzornika dzielonego (rys. 5). W badaniach wielokrotnie korygowano tor przesuwu rolki kształtującej wraz z doбором optymalnych parametrów kinematycznych ruchu rolki.

Po wielokrotnych próbach technologicznych uzyskano pozytywne wyniki dla tarcz przepustnicy centrycznej DN-700. Natomiast część wielkogabarytowych tarczy do przepustnic DN-1000 nieznacznie przekraczała żądane tolerancje wykonawcze. Stąd w celu wykonania spawanej tarczy przepustnicy centrycznej zgodnie z przyjętymi tolerancjami, tarcze dolną z górną dopasowywano indywidualnie.

## 5. CRIMPING OF THE FLANGE

*The process of crimping concerned DN-700 and DN-1000 throttle lower disk blank in which the flat flange was spinned towards the inside forming a section of a parabolic surface. Crimping of the drawpieces has been performed on an MWH-600 spinning machine with the use of a special split templet (fig.5). The path of the forming roll travel has been corrected many times during the investigation and optimum cinematic parameters of the roll have been selected*

*After a series of technological trials, positive results have been obtained for the DN-700 centric throttle disks. Some of the large disks for the DN-1000 throttles, on the other hand, slightly exceeded the required execution tolerances. Hence, in order to execute the welded disk in accordance with the adopted tolerances, the lower and the upper disks were matched individually.*



Rys. 5. Wzornik składany

Fig. 5. Split templet

## 6. WYTŁACZANIE WGŁĘBIENIA

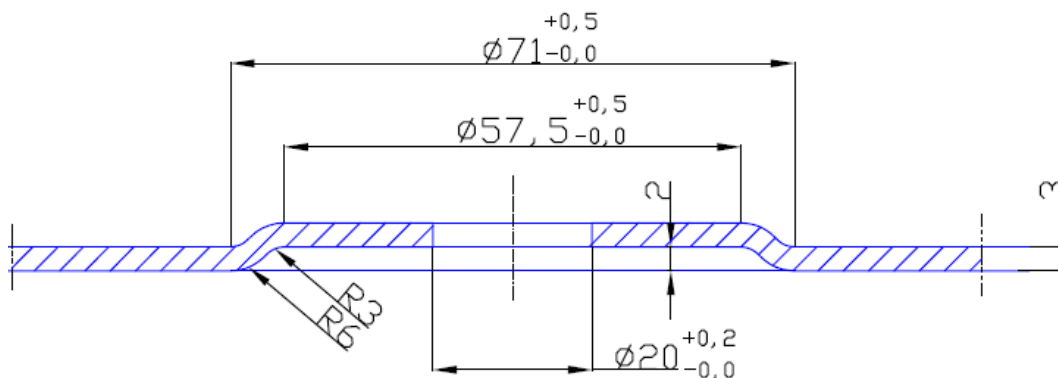
W trakcie realizacji projektu celowego zmodernizowano tarcze przepustnicy wprowadzając zmiany konstrukcyjne kształtu. Spowodowało to konieczność dodatkowych korekt w procesie technologicznym przy równoczesnym dodatkowym zastosowaniu technologii tłoczenia. W tarczach dolnych i górnych DN-700 i DN-1000 wprowadzono dodatkowo w części płaskiej wgłębienie umożliwiające osadzenie tabliczek znamionowych wyrobu. Wgłębienie (rys. 6) o średnicy  $\varnothing 75$  mm i głębokości 2 mm wytłoczono na prasie hydraulicznej 2500 kN.

W wyniku wprowadzenia tej operacji poprawiona została nieznacznie tolerancja płaskości tarcz.

## 6. CAVITY DRAWING

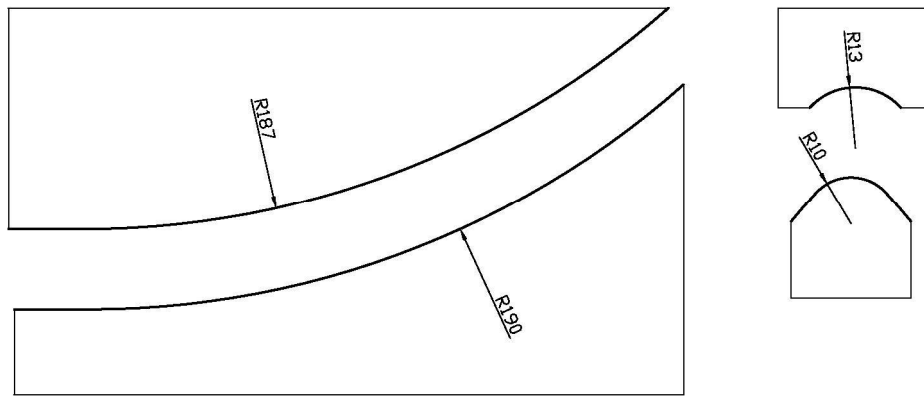
During the realization of the target project, the throttle disks were modernized by introducing their shape. This has necessitated additional corrections in the technological project and the application of stamping technology. In the lower and upper disks of the DN-700 and DN-1000, a cavity in the flat part has been introduced for fixing data plates of the product. The cavity (fig. 6), having a diameter of 75 mm and a depth of 2 mm has been made on a 2500 kN hydraulic press.

As a result of this operation, the tolerance of the disk flatness has been slightly improved.

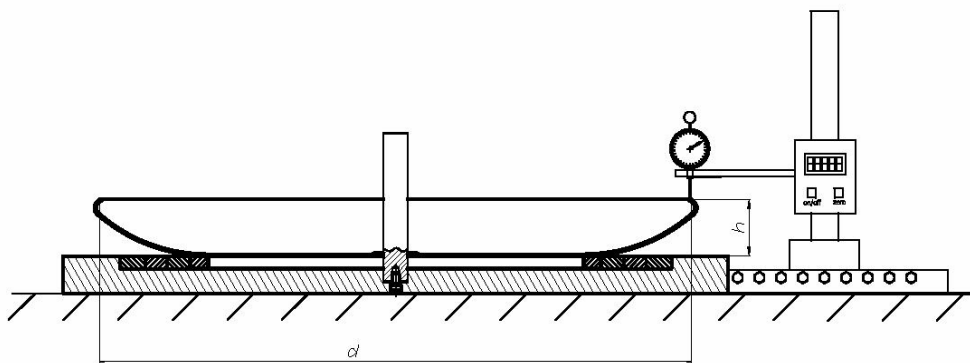


Rys. 6. Wgłębienie w tarczy górnej przepustnicy DN-700

Fig. 6. Cavity in the upper disk of DN-700 throttle



Rys. 7. Przyrządy pomiarowe tarcz przepustnicy DN-700 i DN-1000  
 Fig. 7. Measurement devices for the DN-700 and DN-1000 throttle disks



Rys. 8. Przyrząd pomiarowy  
 Fig. 8. Measurement device

## 7. WYNIKI POMIARÓW I DOPASOWY- WANIE TARCZ

Po zakończeniu procesu technologicznego wyoblania dokonano w pierwszej kolejności sprawdzenia odchylenia profilu tarcz od wymiarów nominalnych. Odchylenie profilu i promień sprawdzono na specjalnie skonstruowanych i wykonanych przyrządach (rys. 7).

Niewielką ilość tarczy DN-1000, których geometria kształtu nieznacznie odbiegała od przyjętych tolerancji poprawiono.

Następnie w przyrządzie pomiarowym (rys. 8) dokonano pomiarów wysokości tarcz i średnicy tarczy i na tej podstawie określono naddatek na obcięcie.

Obcięcia kołnierzy tarcz dokonano na tokarce tarczowej (rys. 9).

Po obcięciu kołnierzy tarcz ponownie dokonano pomiarów wysokości oraz średnicy. Przykładowe wyniki pomiarów tarczy po obcięciu kołnierza dla przepustnicy DN-700 zamieszczono w tablicy 2 i 3.

## 7. MEASUREMENT RESULTS AND MAT- CHING THE DISKS

After completion of the technological process of spinning, first of all the disk profile deviation from the nominal dimension has been checked. The profile deviation and the radius have been checked on specially designed devices (fig.7).

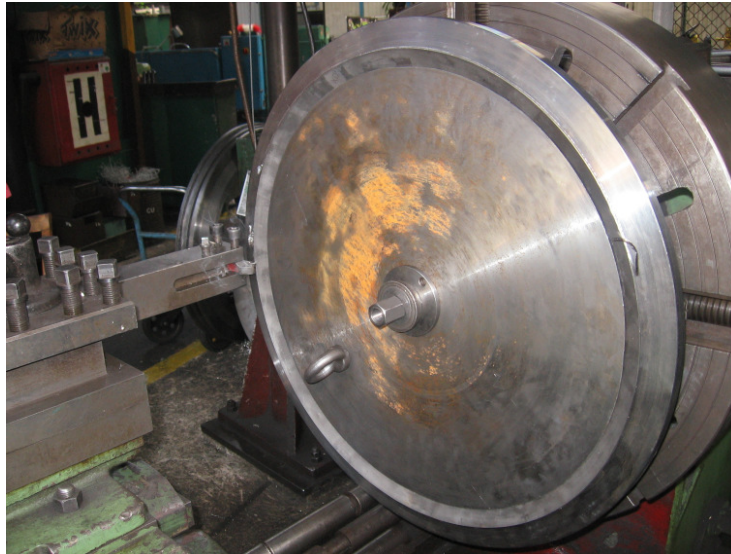
A small number of DN-1000 disks, whose geometry slightly differed from the adopted tolerances, has been corrected.

Next, the disk heights and diameters were measured in the measurement device (fig.8) and, on this basis, the allowance for cutting off has been determined.

The disk flanges have been cut off on a face lathe (fig. 9).

After the flanges of the disks had been cut off, the height and the diameter were measured again. Examples of disk measurement results after cutting the flange off for throttle DN-700 can be found in tables 2 and 3.





Rys. 9. Obcinanie kołnierzy tarcz DN-700 i DN-1000

Fig. 9. Cutting off DN-700 and DN-1000 disk flanges

Tablica 2. Pomiar wysokości tarczy dolnej DN-700  
 Table 2. Height measurement of the DN-700 lower disk

Nr tarczy punkty pomiaru <i>Disk no.</i> <i>measure-</i> <i>ment point</i>	Tarcza nr 1 <i>Disk no. 1</i> h (mm)	Tarcza nr 2 <i>Disk no. 2</i> h (mm)	Tarcza nr 3 <i>Disk no. 3</i> h (mm)	Tarcza nr 4 <i>Disk no. 4</i> h (mm)	Wymiar nominalny <i>Nominal</i> <i>dimension</i> h
1	72,1	72,0	71,5	72,3	71,9
2	71,7	72,0	71,8	72,1	71,9
3	72,0	72,2	72,1	72,1	71,9
4	71,9	72,1	71,7	71,9	71,9

Tablica 3. Pomiar średnicy tarczy dolnej DN-700  
 Table 3. Diameter measurement of the DN-700 lower disk

Nr tarczy punkty pomiaru <i>Disk no.</i> <i>measure-</i> <i>ment point</i>	Tarcza nr 1 <i>Disk no. 1</i> Ø d (mm)	Tarcza nr 2 <i>Disk no. 2</i> Ø d (mm)	Tarcza nr 3 <i>Disk no. 3</i> Ø d (mm)	Tarcza nr 4 <i>Disk no. 4</i> Ø d (mm)	Wymiar nominalny <i>Nominal</i> <i>dimension</i> Ø d
1-3	659,0	658,5	660,0	660,5	660,0
2-4	659,0	659,0	659,5	660,5	660,0

Złożoność kształtu tarczy, duże ich gabaryty przy niekorzystnym (niewielkim) stosunku grubości blachy do średnicy krążka wyjściowego stworzyły duże trudności technologiczne.

Jednocześnie zastosowany na tarczy szybko umacniający się materiał w gatunku OH18N9 (14301) dodatkowo utrudniał realizację procesu kształtowania obrotowego.

Wykonane tarcze górne i dolne DN-700 pokazano na rys. 10 i 11. Po pomiarach na stanowisku badawczym (rys. 12), złożono je tworząc obudowę przepustnicy.

Wyniki pomiarów wysokości – H tarczy przepustnicy centrycznej DN-700 zamieszczono w tablicy 4.

*The shape complexity of the disks, their large overall dimensions, with disadvantageous (low) ratio of the sheet thickness to the diameter of the initial disk have caused severe technological difficulties.*

*At the same time, the quickly work hardening material grade OH18N9 used for the was making the process of rotary extrusion still more difficult to realize.*

*The executed upper and lower DN-700 disks can be seen in fig. 10 and 11. After measurements in the examination stand (fig. 12), they have been put together to form a throttle casing.*

*The results of the height measurements of the DN-700 centric throttle disks can be found in table 4.*



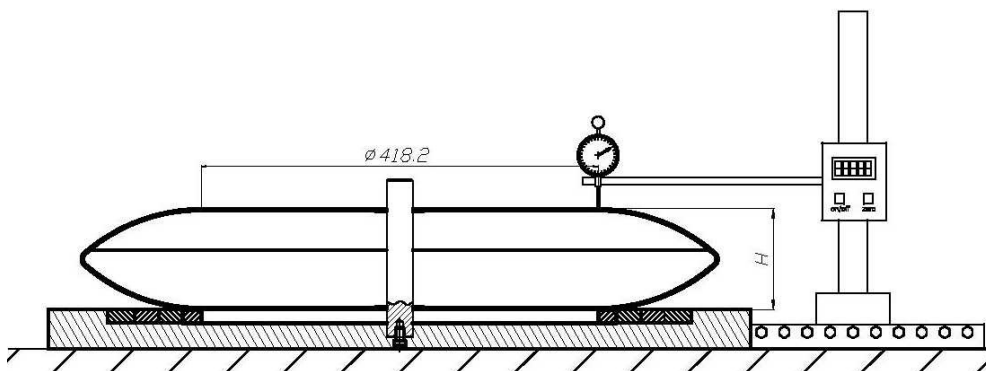
Rys. 10. Tarcza górna przepustnicy DN-700

*Fig. 10. DN-700 throttle upper disk*



Rys. 11. Tarcza dolna przepustnicy DN-700

*Fig. 11. DN-700 throttle lower disk*



Rys. 12. Stanowisko kontroli dokładności tarczy przepustnicy po zmontowaniu tarcz

*Fig. 12. Examination stand for checking throttle disk accuracy after assembling the disks*

Tablica 4. Pomiar wysokości tarczy DN-700  
Table 4. DN-700 disk height measurement

Nr tarczy punkty pomiaru <i>Disk no.</i> <i>measurement</i> <i>points</i>	Kompletna tarcza nr 1 <i>Complete disk</i> <i>no. 1</i> H (mm)	Kompletna tarcza nr 2 <i>Complete disk</i> <i>no. 2</i> H (mm)	Kompletna tarcza nr 3 <i>Complete disk</i> <i>no. 3</i> H (mm)	Kompletna tarcza nr 4 <i>Complete disk</i> <i>no. 4</i> H (mm)	Wymiar nominalny <i>Nominal</i> <i>dimension</i> H (mm)
1	115,7	115,9	115,8	115,7	115,9
2	115,6	116,1	116,1	116,2	115,9
3	115,8	116,2	115,8	116,1	115,9
4	115,9	116,3	116,0	115,8	115,9

## 8. PROCES TECHNOLOGICZNY WYKONANIA TARCZ GÓRNYCH I DOLNYCH PRZEPUSTNICY CENTRYCZNEJ DN-700 I DN-1000

Po przeprowadzeniu prób i badań technologii kształtowania tarcz do przepustnic centrycznych DN-700 na wyoblance MWH-600 ustalono następujący proces technologiczny:

### Tarcza dolna:

- 1) wycinanie krążka  $\phi$  785 mm wraz z otworem  $\phi$  20 mm,
- 2) wyoblanie,
- 3) przesycanie (operacja warunkowa),
- 4) obciskanie obrotowe,
- 5) wytłaczanie zagłębienia,
- 6) obcinanie obrzeża.

### Tarcza górna:

- 1) wycinanie krążka  $\phi$  760 mm wraz z otworem  $\phi$  20 mm,
- 2) wyoblanie,
- 3) wytłaczanie zagłębienia,
- 4) obcinanie obrzeża.

Proces technologiczny przedstawiono w tablicy 5 i 6.

Dla tarczy do przepustnicy centrycznej DN-1000 ustalono następujący proces technologiczny:

### Tarcza dolna:

- 1) wycinanie krążka  $\phi$  1060 mm wraz z otworem  $\phi$  20 mm,
- 2) wyoblanie,
- 3) przesycanie (operacja warunkowa),
- 4) obciskanie obrotowe,
- 5) wytłaczanie zagłębienia,
- 6) obcinanie obrzeża,
- 7) segregacja i indywidualne dopasowywanie.

### Tarcza górna:

- 1) wycinanie krążka  $\phi$  1020 mm wraz z otworem  $\phi$  20 mm,
- 2) wyoblanie,

## 8. TECHNOLOGICAL PROCESS OF MANUFACTURING THE UPPER AND LOWER DISKS OF THE DN-700 AND DN-1000 CENTRIC THROTTLES

After the trials and investigation of the technology of disk forming on the MWH-600 spinning machine, the following technological process has been established:

### Lower disk:

- 1) cutting out a disk,  $\Phi$  785 mm with a hole,  $\Phi$  20 mm,
- 2) spinning,
- 3) solutioning ( optional operation),
- 4) crimping,
- 5) drawing the cavity,
- 6) cutting off the periphery.

### Upper disk:

- 1) cutting out a disk,  $\Phi$  760 mm with a hole  $\Phi$  20 mm,
- 2) spinning,
- 3) drawing the cavity,
- 4) cutting off the periphery.

The technological process is shown in tables 5 and 6.

For the DN-1000 centric throttle disks, the following technological process has been established:

### Lower disk:

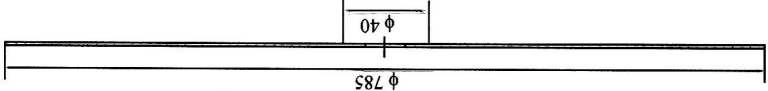
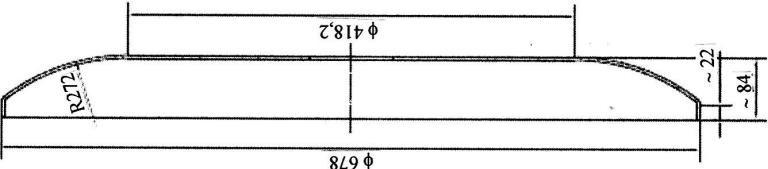
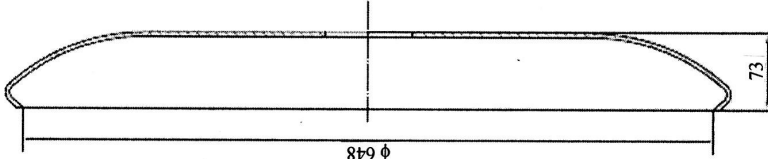
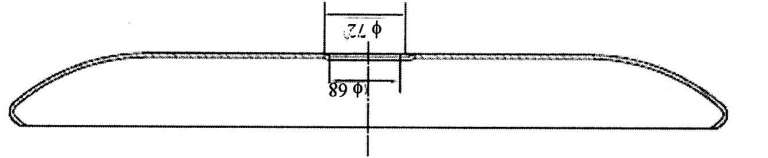
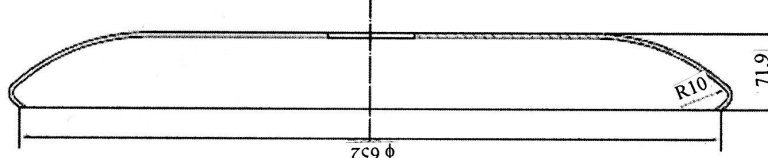
- 1) cutting out a disk,  $\Phi$  1060 mm with the hole,  $\Phi$  20 mm,
- 2) spinning,
- 3) solutioning (optional operation),
- 4) crimping,
- 5) drawing the cavity,
- 6) cutting off the periphery,
- 7) segregation and individual matching.

### Upper disk:

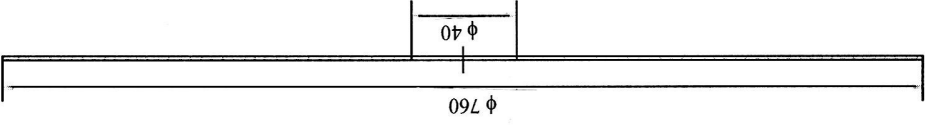
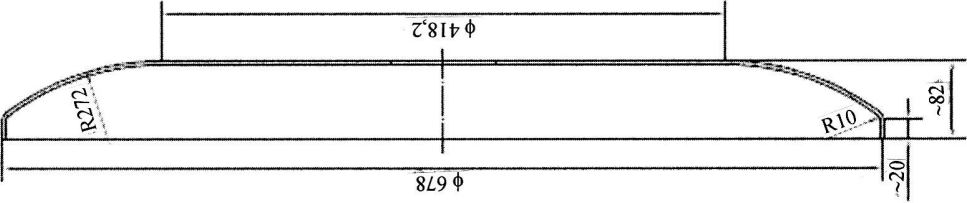
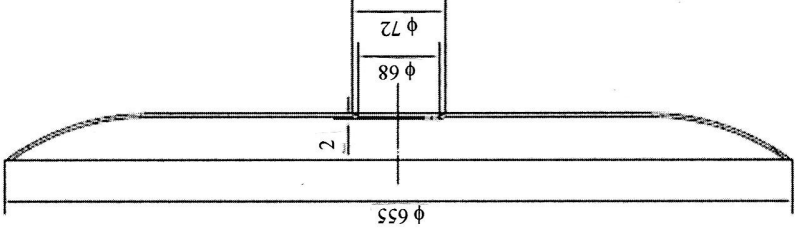
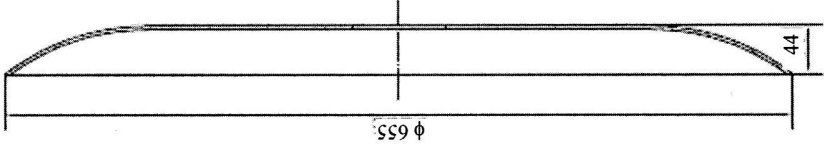
- 1) cutting out a disk,  $\Phi$  1020 mm with the hole,  $\Phi$  20 mm,
- 2) spinning,

Tablica 5. Proces technologiczny kształtowania tarczy dolnej do przepustnicy DN-700

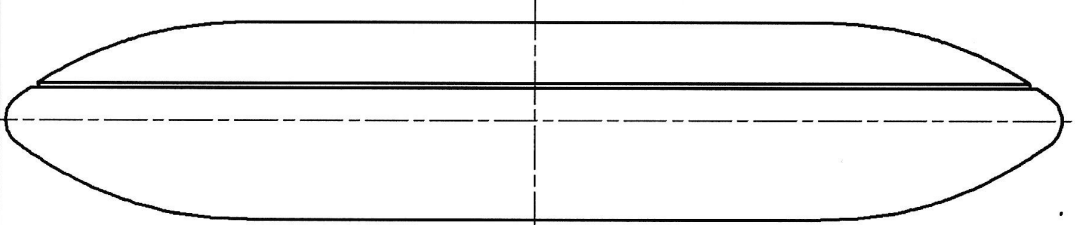
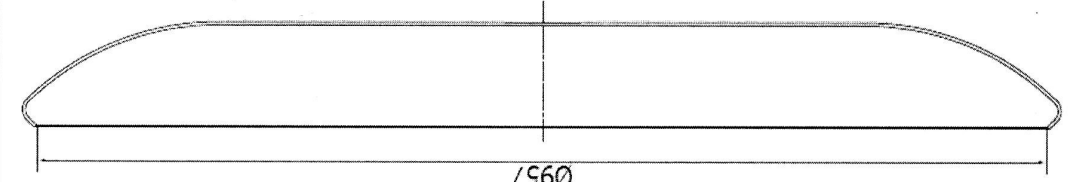
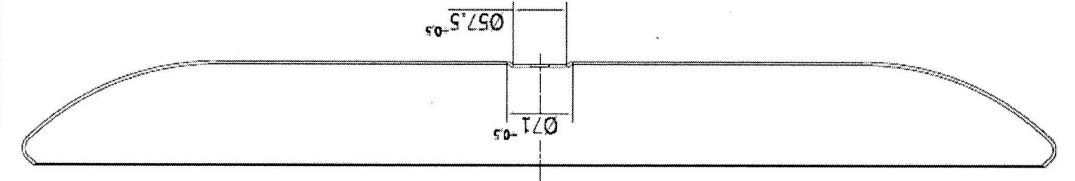
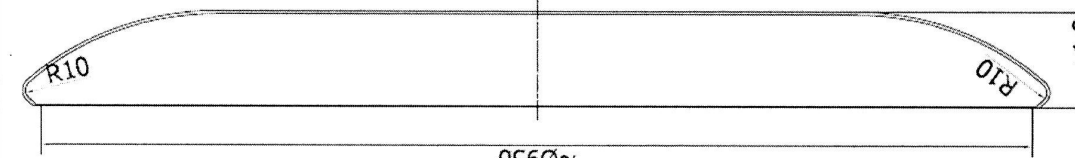
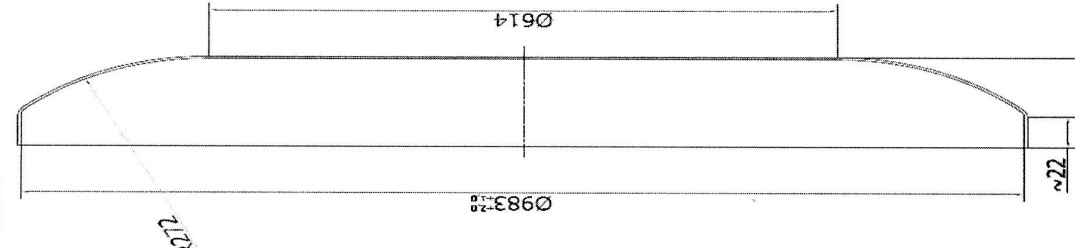
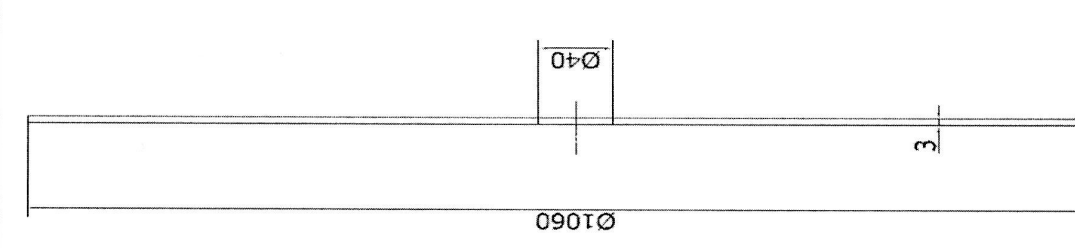
Table 5. The technological process of forming the lower disk for DN-700 throttle

Wycinanie krążka wraz z wycięciem otworu		Wycinarka laserowa
Wyoblanie		Wyoblarka
Obróbka cieplna	Operacja warunkowa	Piec temp. 1060-1100°C Studzenie na powietrzu
Obciskanie obrotowe		Wyoblarka
Wyłaczanie		Prasa hydrauliczna
Obcinanie		Tokarka tarczowa

Tablica 6. Proces technologiczny kształtowania tarczy górnej do przepustnicy DN-700  
 Table 6. The technological process of forming the upper disk for DN-700 throttle

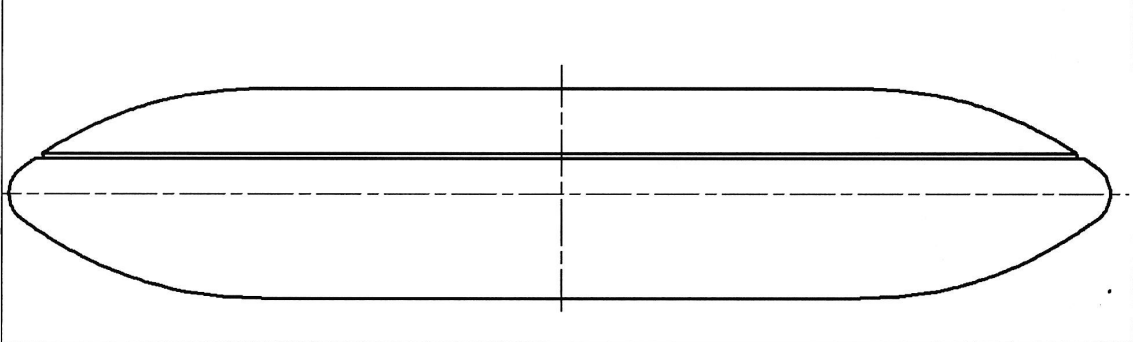
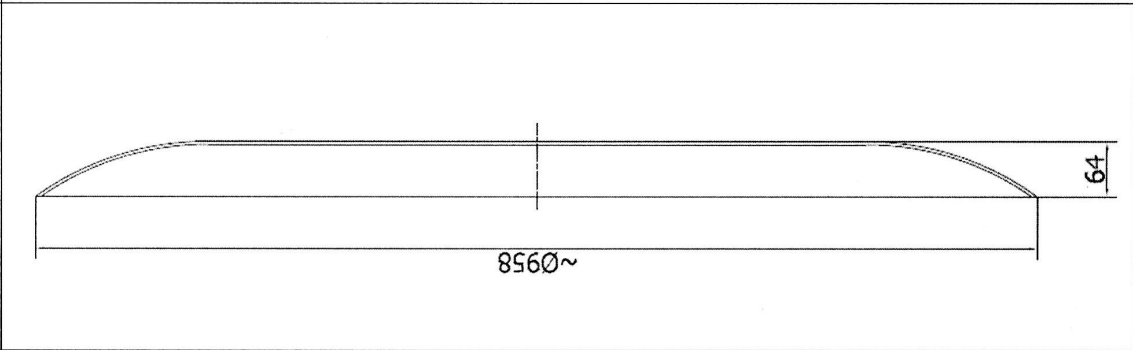
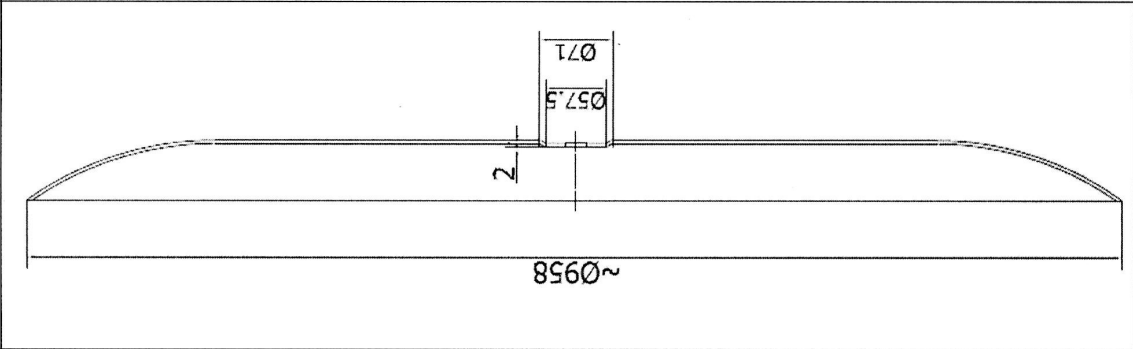
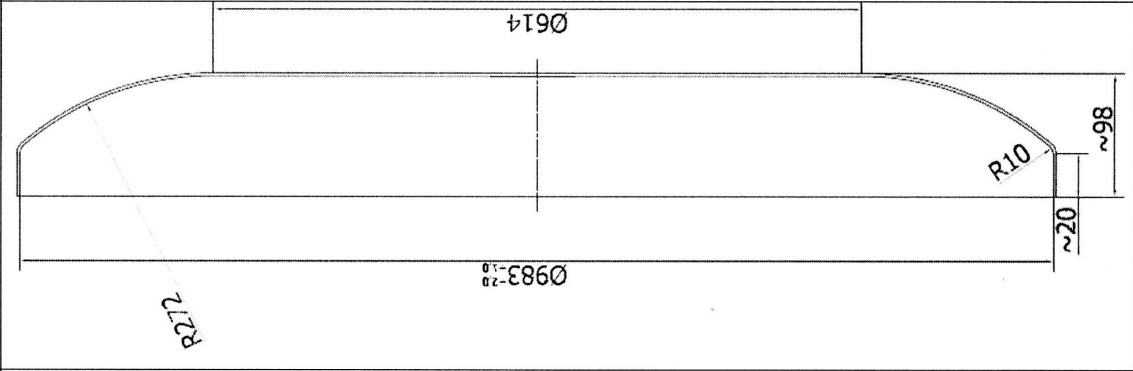
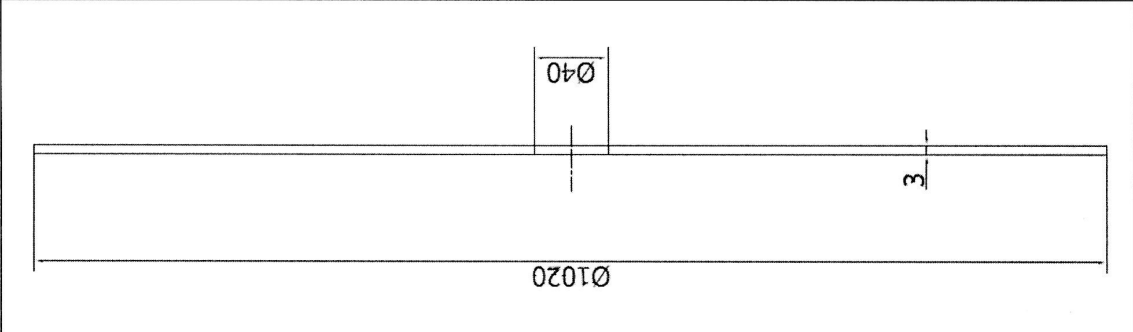
Wycinanie krążka wraz z wycięciem otworu		Wyoblanie		Wytłaczanie		Obcinanie		Wycinarka laserowa	Wyoblarka	Prasa hydrauliczna	Tokarka tarczowa
--	--	-----------	--	-------------	---	-----------	--	--------------------	-----------	--------------------	------------------

Tablica 7. Proces technologiczny kształtowania tarczy dolnej do przepustnicy DN-1000  
 Table 7. The technological process of forming the lower disk for DN-1000 throttle

Segregacja i indywidualne dopasowywanie		Stanowisko badawcze
Obcinanie		Tokarka tarczowa
Wytłaczanie		Prasa hydrauliczna
Obciskanie obrotowe		Wyoblarka
Wyoblanie		Wyoblarka
Wycinanie krawężka wraz z wycięciem otworu		Wycinarka laserowa

Tablica 8. Proces technologiczny kształtowania tarczy górnej do przepustnicy DN-1000

Table 8. The technological process of forming the upper disk for DN-1000 throttle

<p>Segregacja i indywidualne dopasowywanie</p>		<p>Stanowisko badawcze</p>
<p>Obcinanie</p>		<p>Tokarka tarczowa</p>
<p>Wytłaczanie</p>		<p>Prasa hydrauliczna</p>
<p>Wyoblanie</p>		<p>Wyoblarka</p>
<p>Wycinanie krążka wraz z wycięciem otworu</p>		<p>Wycinarka laserowa</p>

- 3) wytlaczanie zagłębienia,
  - 4) obcinanie obrzeża,
  - 5) segregacja i indywidualne dopasowywanie.
- Proces technologiczny przedstawiono w tablicy 7 i 8.

## 9. WNIOSKI

1. Na podstawie przeprowadzonych badań opracowano proces technologiczny kształtowania procesami obróbki plastycznej tarczy górnej i dolnej wchodzących w skład przepustnicy centrycznej DN-700 i DN-1000.
2. Proces technologiczny wykonywania tarczy dolnej do przepustnicy D-700 przedstawia się następująco: wykrawanie krążka, wyoblanie, (przesycanie - operacja warunkowa), obciskanie obrotowe, wytlaczanie zagłębienia, obcinanie obrzeża.
3. Proces technologiczny dla tarczy górnej do przepustnicy DN-700: wykrawanie krążka, wyoblanie, wytlaczanie zagłębienia, obcinanie obrzeża.
4. W procesie kształtowania wielkogabarytowych tarcz dla przepustnic centrycznych DN-1000 dodatkowo zastosowano operacje indywidualnego dopasowywania tarcz dolnej z górną.
5. Koncepcja zmiany konstrukcji tarcz przyczyniła się do zastosowania innowacyjnej technologii obróbki plastycznej zamiast odlewanych korpusów przepustnic centrycznych.
6. Zastosowanie i wdrożenie technologii obróbki plastycznej obniżyło ciężar przepustnicy centrycznej DN-700 i DN-1000 oraz zmniejszyło koszty wytwarzania.
7. Na wyoblance MWH-600 zaprojektowanej i wykonanej w Instytucie wykonano serię informacyjną tarcz przepustnic centrycznych DN-700 i DN-1000 przekazano do AFT Poznań, gdzie zamontowano je w całości z pozostałymi elementami przepustnic.
8. Proces technologiczny obróbki plastycznej wykonywania tarcz przepustnic wdrożono w AFT – Poznań.
9. Przewiduje się opracowanie nowej technologii kształtowania obrotowego tarcz przepustnic DN-700 i DN-1000 wg nowej zmodernizowanej konstrukcji i z nowego materiału 316 L o podwyższonej plastyczności według normy AISI.

- 3) *drawing the cavity,*
  - 4) *cutting off the periphery,*
  - 5) *segregation and individual matching.*
- The technological process is shown in tables 7 and 8.*

## 9. CONCLUSIONS

1. *Basing on the investigation performed, the technological process of forming the upper and lower disks constituting the DN-700 and DN-1000 centric throttles by the techniques of metal forming has been elaborated.*
2. *The technological process of forming the lower disk of the DN-700 throttle is as follows: punching a disk, spinning, (solutioning – optional operation), crimping, cavity drawing, cutting off the periphery.*
3. *The technological process of forming the upper disk of the DN-700 throttle: punching a disk, spinning, cavity drawing, cutting off the periphery.*
4. *In the process of forming large dimension disks for the DN-1000 throttles, additional operation of matching the lower and the upper disks has been applied.*
5. *The modification of the design of the disks has been the reason why the innovative metal forming technology was applied instead of the cast centric throttle bodies.*
6. *The application and implementation of the metal forming technology has reduced the weight of the DN-700 and DN-1000 centric throttles and lowered the manufacturing costs.*
7. *The MWH spinning machine, designed and executed by the Institute, was used to produce a pilot series of the DN-700 and DN-1000 throttle disks. The series has been transferred to AFT- Poznań, where they have been assembled with the other elements of the throttles.*
8. *The technological process of manufacturing the throttle disks by metal forming has been implemented in AFT - Poznań.*
9. *A new technology of forming DN-700 and DN-1000 throttle disks of modernized design and of new 316 L material with higher plasticity acc. to AISI standard, is expected to be elaborated.*



**LITERATURA/REFERENCES**

- [1] Drenger T. Wiśniewski J. i inni: Sprawozdanie z realizacji projektu celowego „Inicjatywa technologiczna” pt.: Badania dotyczące procesu kształtowania tarczy DN-700, 2008 r.
- [2] Drenger T., Wiśniewski J. i inni: Sprawozdanie z realizacji projektu celowego „Inicjatywa technologiczna” pt.: Badania sposobów dopasowywania tarcz do przepustnicy centrycznej DN-1000, 2008 r.
- [3] Drenger T., Wiśniewski J., i inni: Sprawozdanie z badań statutowych Doskonalenie technologii i konstrukcji maszyn ze sterowaniem numerycznym do wyoblania, szczególnie wyrobów długich o złożonych kształtach z wydłużoną poboczną. Praca niepublikowana.
- [4] Drenger T., Wiśniewski J., Lisowski J.: Technologie kształtowania obrotowego tarczy do przepustnic centrycznych. *Obróbka Plastyczna Metali* 2007 t. XVIII nr 4 s. 17-27.
- [5] Oferta ITALINOX Polska – Stale nierdzewne i kwasoodporne.
- [6] Euro inox The European Stainless Steel Development Association.