

**OPTIMALIZACJA TECHNOLOGII ODLEWANIA ELEMENTU  
KOMORY DO OPERACJI NEUROCHIRURGICZNYCH**

A. CYPRYS<sup>1</sup>,  
METAEXPORT Odlewnia Koluszki  
ul. 11 Listopada 65, 95-040 Koluszki

**STRESZCZENIE**

W pracy przedstawiono dobór optymalnej technologii odlewania elementu komory w postaci drzwi dla urządzenia do operacji neurochirurgicznych.

*Key words: door, chamber, casting technology*

**1. WSTĘP**

Artykuł opisuje proces opanowania produkcji odlewów drzwi obrotowych z żeliwa GGG-40.3, stanowiących wyposażenie urządzenia radiochirurgicznego zamawianego przez odbiorcę ze Szwecji.

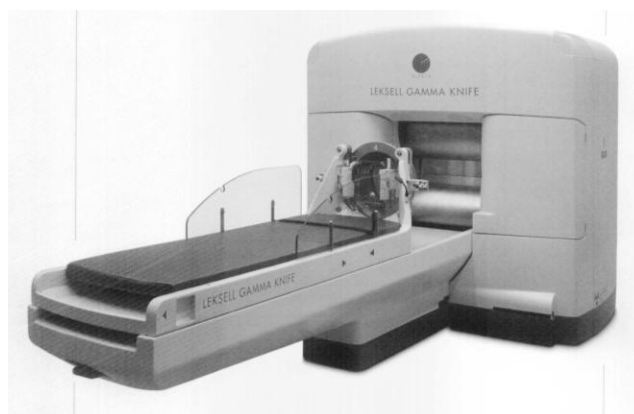
**2. CHARAKTERYSTYKA URZĄDZENIA**

Urządzenie przedstawione na rysunku 1 ma zastosowanie do bezinwazyjnego leczenia wiązkami promieniowania jonizującego gamma ściśle określonych miejsc czaszki. Podstawowymi elementami urządzenia są: zestaw napromieniowujący, komora zabiegowa oraz łożo przesuwne do umiejscowienia pacjenta.

Powyższe elementy, ze względu na wymaganą stabilność, precyzję i bezpieczeństwo zostały zaprojektowane z materiałów o najwyższych parametrach. Nie mogą posiadać żadnych wad, poddane są bardzo skomplikowanej obróbce mechanicznej i szczegółowym badaniom.

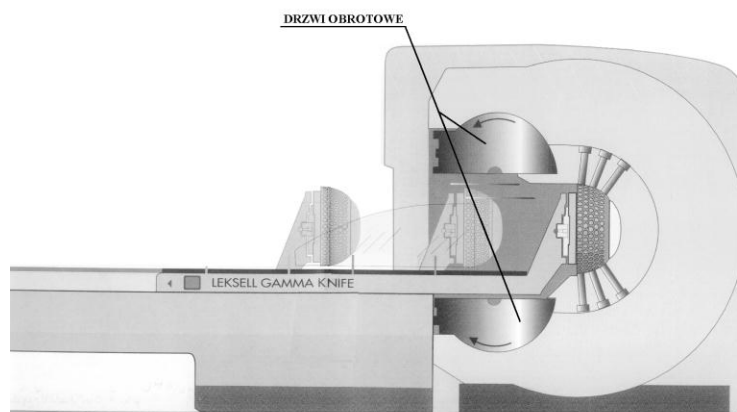
---

<sup>1</sup> *prezes, mgr inż.*



Rys. 1. Ogólny widok urządzenia  
Fig. 1. A general view of the mechanism

Odlewnia Koluszki, przyjęła do realizacji zamówienie na podstawowe podzespoły urządzenia, w tym drzwi obrotowe, zamykające komorę napromieniowania pokazane na rysunku 2.



Rys. 2. Umieszczenie drzwi obrotowych w urządzeniu  
Fig. 2. The location of the rotary door in the mechanism

Uruchomienie i wdrożenie do produkcji seryjnej drzwi okazało się przedsięwzięciem kosztownym i długotrwałym, które jednak zakończyło się sukcesem.

Parametry odlewów drzwi:

- materiał: żeliwo sferoidalne GGG-40.3 wg DIN 1693 (EN-GJS 400-18-LT lub EN-GJS 400-18U-LT wg PN- EN-1563),
- ciężar netto: 1170kg,
- grubość ścianki: min. 60mm, max. 290mm,

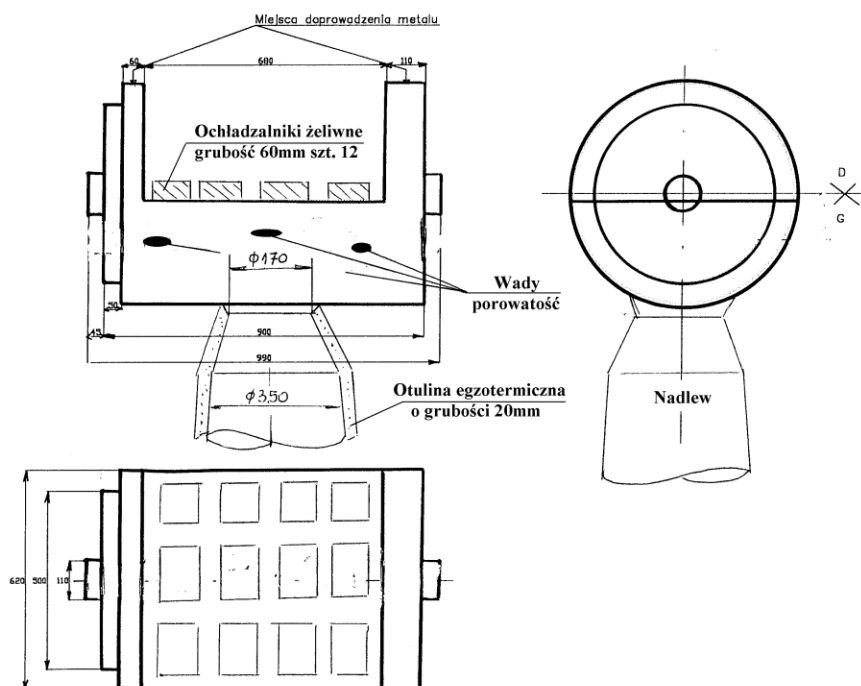
- seryjność: 40 szt. na rok,
- sprawdzane ultradźwiękowo przed i po obróbce skrawaniem,
- obrabiane na wszystkich powierzchniach,
- niedopuszczalne żadne wady, zarówno zewnętrzne, jak i wewnętrzne.

### 3. KONCEPCJE ROZWIĄZAŃ TECHNOLOGICZNYCH

Po dokładnym przeanalizowaniu rysunków i warunków odbioru, założono wariant odlewania drzwi poziomo. Kierowano się głównie względami oszczędnościowymi (zużycie metalu oraz nie wykonywanie rdzennic i rdzeni).

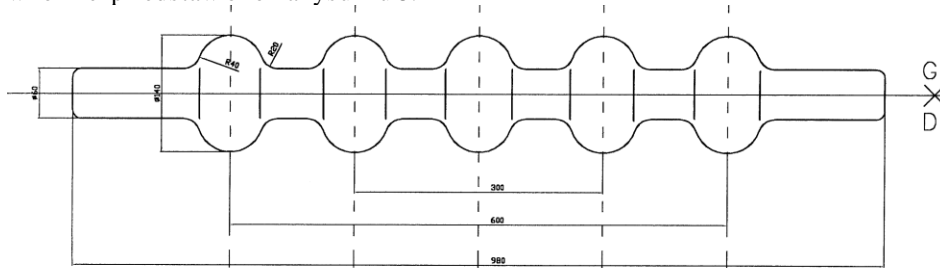
Założenie to poddano symulacji komputerowej programem MAGMASOFT w zakresie zalewania, krzepnięcia, rozkładu temperatury w odlewie i formie oraz prognozowania wad wewnętrznych. Przeprowadzono cztery symulacje: bez nadlewów i ochładzalników, z nadlewem, z ochładzalnikami zewnętrznymi, z nadlewem i ochładzalnikami zewnętrznymi.

W ich wyniku wybrano wersję ostatnią pokazaną schematycznie na rysunku 3, dającą największe prawdopodobieństwo uzyskania odlewu bez jam skurczowych i rza-dzisz.

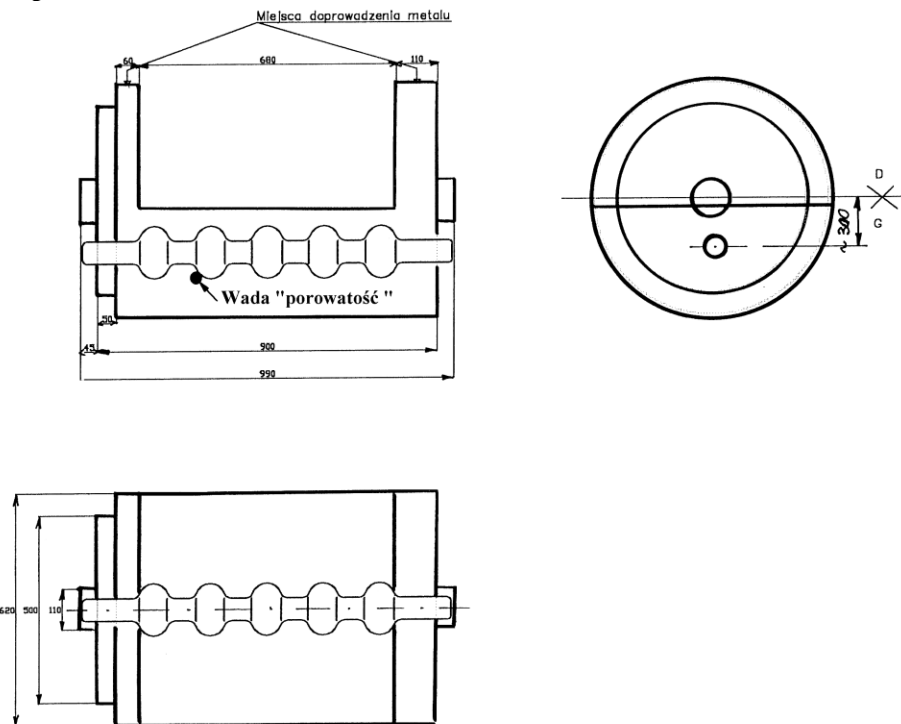


Rys. 3. Schemat wersji z ochładzalnikiem zewnętrznym i nadlewem  
 Fig. 3. The scheme of version with the outer chill and the raiser head

Po wykonaniu modelu i odlewów próbnych, badania ultradźwiękowe wykazały jednak wady wewnętrzne (porowatości). Odlew został przecięty w miejscu wykrytych wad, co potwierdziło wyniki badań nieniszczących. Następną koncepcją było wprowadzenie ochładzalnika wewnętrznego pokazanego na rysunku 4. Jego umiejscowienie w formie przedstawiono na rysunku 5.

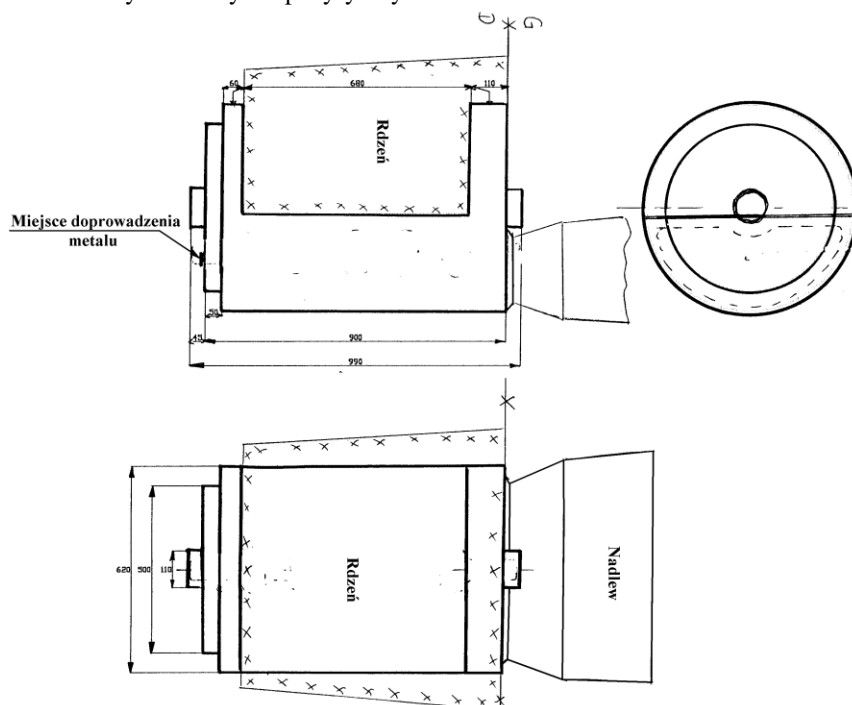


Rys. 4. Ochładzalnik wewnętrzny  
Fig. 4. The inner chill



Rys. 5. Schemat położenia ochładzalnika wewnętrznego w formie  
Fig. 5. The scheme of position of the inner chill in the form

To rozwiązanie nie przyniosło spodziewanych efektów więc zastąpiono go trzema ochładzalnikami walcowymi o mniejszych średnicach, co również nie wyeliminowało wad wewnętrznych. W listopadzie 2003 roku, po wykonaniu 20 prób z wersją „poziomą” odstąpiono od niej i podjęto decyzję o odlewaniu pionowym z nerkowym nadlewem grawitacyjnym i ochładzalnikami zewnętrznymi, którego schemat pokazano na rysunku 6. Wykonano wspólną technologię i zespół modelowy dla drzwi górnych i dolnych, wlewy doprowadzające od dołu z rurek ceramicznych oraz zastosowano filtry ceramiczne. Uzyskano wynik pozytywny.



Rys. 6. Schemat odlewania pionowego drzwi  
 Fig. 6. The scheme of vertical casting of the door

To rozwiązanie technologiczne jest stosowane do chwili obecnej. Prowadzone są prace modernizacyjne pod kątem optymalizacji procesu formowania i zalewania w celu obniżenia kosztów wykonania.

#### **4. PODSUMOWANIE**

Proces doboru optymalnej technologii i jej wdrażania do produkcji trwał długo, wiązał się z wysokimi kosztami i prowadzi do następujących wniosków:

- podstawą wszelkich analiz i symulacji powinny być założenia oparte na sprawdzonych zasadach (odlewy typu wałek i tuleja należy odlewać pionowo),
- konieczna staje się współpraca konstruktora z technologiemi w celu doboru materiału (gatunku żeliwa) i kształtu odlewu (węzły cieplne, naddatki, promienie),
- w przypadku odlewów skomplikowanych i jednostkowych o wysokich wymaganiach, niezbędnym jest korzystanie z symulacji komputerowych,
- w opracowaniach technologicznych zwrócić należy szczególną uwagę na prawidłowe zasilanie odlewów, tj. dobór układu wlewowego (szybkość zalewania), filtry ceramiczne, jak również temperaturę zalewania oraz dobór nadlewów i ochładzalników,
- optymalizacja procesu wykonania odlewów musi sprowadzać się do technologii gwarantującej wykonanie dobrego odlewu przy minimalnych kosztach wytworzenia, co jest trudne do pogodzenia, ale konieczne dla sprostania wymaganiom rynku.

Odlewnia Koluszki wdrożyła do produkcji odlewy drzwi obrotowych i realizuje nowe zamówienia dla odbiorcy szwedzkiego.

#### **OPTIMISATION THE CASTING TECHNOLOGY OF THE CHAMBER ELEMENT TO NEUROSURGICAL SURGERIES**

##### **SUMMARY**

In this paper selection of optimum casting technology of chamber element in the form of the door for the mechanism to neurosurgical surgeries is presented.

Recenzował: prof. zw. dr hab. inż. Stanisław Pietrowski