

---

NUMERYCZNA ANALIZA PRZEPIYWÓW W WYBRANYCH FRAGMENTACH  
UKŁADÓW WLEWOWYCH STOSOWANYCH PRZY WYTWARZANIU ODLEWÓW  
WIELKOGABARYTOWYCH

T. Goraj<sup>1</sup>, M. Szucki<sup>2</sup>, J. Lelito<sup>3</sup>, J. S. Suchy<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup> AGH Akademia Górniczo-Hutnicza. Wydział Odlewnictwa.

ul. Reymonta 23, 30-059 Kraków, Polska

<sup>1</sup>Kontakt korespondencyjny: e-mail: goraj.agh@gmail.com

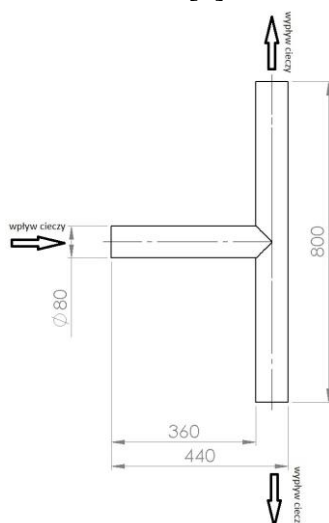
**Słowa kluczowe:** analiza numeryczna, układy wlewowe, odlewy wielkogabarytowe, pęcherze gazowe, FLOW-3D.

## 1. Wprowadzenie

Wytwarzanie odlewów wielkogabarytowych wiąże się z dużym nakładem pracy związanym głównie z przygotowaniem technologii odlewania. Najważniejsze jest opracowanie technologii, która ma przede wszystkim na celu dobranie właściwego kształtu i wymiarów gabarytowych układu wlewowego oraz zasilaczy (nadlewów). W przypadku wielkogabarytowych odlewów ze stopów żelaza układy wlewowe wykonuje się przede wszystkim z gotowych prefabrykatów: kształtek ceramicznych lub papierowych [1]. Niniejsza praca zawiera analizę przepływów dwufazowych (ciekły metal - gaz) w takich układach.

## 2. Analiza numeryczna

Pierwszym etapem procesu zalewania formy odlewniczej jest wypełnianie układu wlewowego. Etap ten jest niezwykle istotny ze względu na towarzyszący mu przepływ dwufazowy ciekły metal-gaz. Podczas tego etapu ciecz wypycha gaz z układu lub/i miesza się z nim. W celu przeanalizowania oddziaływania między ciekłym metalem, a gazami (powietrzem) wypełniającymi układ wlewowy wykonano szereg symulacji numerycznych z wykorzystaniem oprogramowanie FLOW-3D [2].

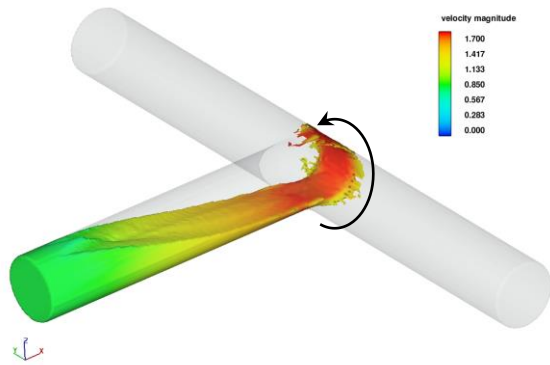


Rys. 1. Układ modelowy typu A wykorzystany w eksperymentach numerycznych

Rysunek 1 przedstawia wykorzystany w pracy układ modelowy (typ A), który zbudowano poprzez połączenie trójnika i elementów prostoliniowych (rurek) [3].

### 3. Analiza wyników

Na rysunku 2 przedstawiono przykładowy profil prędkości w początkowym etapie (0,3 [s]) wypełniania układu modelowego. Zauważono prawie dwukrotny lokalny wzrost prędkości przepływu oraz skłonność do ruchu strugi po okrągłym profilu kształtek.



Rys. 2. Profil prędkości po czasie 0,3 [s]



Rys. 3. Uwięzione pęcherze gazowe po czasie 1,1 [s]

Zamknięte w strudze pęcherze gazowe zostały zaznaczone na rysunku 3. Uwięzione gazy mogą przenikać do ciekłego metalu, a w konsekwencji być przyczyną powstawania trudno usuwalnych wad odlewniczych. Duża absorpcja gazów spowodowana jest również znaczącym wzrostem pola powierzchni granicy rozdzielającej fazę ciekłą i gazową (powierzchni swobodnej), co z kolei związane jest z turbulentnym charakterem przepływu.

### 4. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych symulacji stwierdzono, że zastosowanie trójnika w układzie wlewowym przyczynia się do powstania turbulencji w cieczy, co bezpośrednio wiąże się ze zjawiskiem pochłaniania dużych ilości gazów znajdujących się w układzie, a w konsekwencji z powstawaniem wad odlewniczych. Powstawaniu turbulencji sprzyja również okrągły przekrój kanałów układu wlewowego.

### Podziękowania

Autorzy dziękują firmie ALSTOMPowier za pomoc okazaną przy realizacji pracy. Praca zrealizowana w ramach działalności statutowej 11.11.170.318 Zad. 1.

### Literatura

1. B. Grabowska, M. Szucki, J. S. Suchy, S. Eichhitz, K. Hodor (2013). *Thermal degradation behavior of cellulose-based material for gating system in iron casting production*, POLIMERY, 58, nr1.
2. M. Szucki, T. Goraj, J. Lelito, J.S. Suchy (2013). *Numerical Analysis of Solid Particles Flow in Liquid Metal*, Archives of Foundry Engineering, 31/3, 161-166.
3. SEEIF, Ceramic, a.s. (2007). Katalog Producenta, Czech Republic.