

2. Комплекс для центробежного лиття шарів /Воробьев А.А., Вербицкий А.В., Шевченко И.И., Карпенко В.Ф., Снаговский Л.М., Кадуха В.М. //5-я Респ. науч.-техн. конф. "Повышение технического уровня и совершенствования технологических процессов производства отливок": Тез. докл. Т.2. – Днепропетровск, 1990. – С. 120-121.

УДК 721.744

І.В. Лук'янов, О.І. Пономаренко

Національний Технічний Університет
«Харківський Політехнічний Інститут», Харків

РЕОЛОГІЧНІ МОДЕЛІ ТА ЇХ ВЛАСТИВОСТІ ДЛЯ ФОРМУВАЛЬНОЇ СУМІШІ

Лиття є технологічним методом одержання виробу шляхом заливки розплавленого матеріалу в спеціальну порожнину, що має конфігурацію одержуваної виливки, з наступним затвердінням, що призводить до збереження матеріалом форми робочої порожнини.

Лиття в піщані форми в даний час є універсальним і найпоширенішим способом виготовлення виливків. Цим способом виготовляють із усіх видів ливарних матеріалів різноманітні за складністю виливки будь-яких розмірів та маси. Відмінними рисами цього виду лиття є малі теплопровідність і теплоємність піщаної форми, що дозволяє отримувати виливки з малою товщиною стінки (2,5...5 мм). [1]

Формувальна суміш – це квазіоднорідний, квазіізотропний, складний реологічний матеріал, який володіє трьома фундаментальними реологічними властивостями такими як пружкістю, в'язкістю та пластичністю. Формувальна суміш є основним компонентом ливарного виробництва, де її реологічні властивості безпосередньо впливають на якість відливок. [2]

Оскільки ливарне виробництво характеризується високими вимогами до точності та передбачуваності процесів, актуальним є аналіз існуючих математичних реологічних моделей, що описують поведінку сумішей під час формування заготовок.

Реологія – це наука, що визначає зв'язок між силами, які діють на матеріал, та його деформацією. В даний час при виготовленні продукції необхідно точно прогнозувати їх реологічні властивості. Це особливо важливо для оптимізації технологічних процесів в ливарному виробництві. Реологічні моделі дають точний опис поведінки формувальних сумішей під дією зовнішніх сил, що дає змогу оптимізувати виробничий

процес, поліпшити якість виливків і знизити виробничі витрати. На сьогоднішній день, реологічні моделі широко знайшли своє застосування у пісчано-глиняних сумішей. Серед класичних моделей варто згадати ньютонівську модель як базовий підхід для рідин з постійною в'язкістю, проте вона не враховує нелінійних ефектів, які спостерігаються при високих швидкостях деформації, ідеальне пружне тіло Гука що відображає поведінку ідеально (без втрат) твердого матеріалу, ідеальне пластичне тіло Сен-Венана–Кулона - в основі якої лежить закон зовнішнього (сухого) тертя, відповідно до якого деформація відсутня, якщо напруження зсуву менше деякої величини, яка називається межею текучості.[3,4]

Різноманітні реологічні властивості реальних тіл можна моделювати за допомогою різноманітних комбінацій цих трьох моделей. Складні моделі складаються з декількох ідеальних моделей, з'єднаних паралельно або послідовно. До найвідоміших складних моделей слід віднести наступні:

- модель Кельвіна — Фойгта - модель твердого тіла, напруження у якому залежать від швидкості деформування;
- модель Максвелла - модель твердого тіла з властивостями текучості при довільному сталому навантаженні;
- модель Прандтля - модель твердого тіла з пружними властивостями до певної межі навантаження, перевищення якої приводить до необмеженої миттєвої деформації;
- модель Бінгама - модель матеріалу властивості текучості якого проявляються після досягнення певної межі навантаження а опір деформуванню залежить від швидкості деформації.

Подальші дослідження повинні зосередитися на розробці гібридних моделей, які поєднують класичні підходи з сучасними чисельними методами, а також на врахуванні додаткових параметрів, що впливають на процес лиття.

Таким чином, розробка реологічних моделей є важливим інструментом для розуміння і поліпшення процесу лиття, особливо якщо матеріал має складні реологічні властивості. Впровадження нових технологій і методів дослідження в цій галузі сприяє подальшому розвитку ливарного виробництва і забезпечує високу якість продукції та економію ресурсів.[5,6].

Література

1. Olga Ponomarenko; Nataliia Yevtushenko; Oleg Khoroshylov; Stepan Yevtushenko; Tatyana Berlizeva; Mikhailo Vorobyov; Ihor Lukianov. (2023). Using an Object-

Oriented Approach in Foundry Production. In: Ciobotă, D.D. (eds) International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE) - 2023. ICoRSE 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 762. Springer, Cham.

2. Пономаренко О. І. Системна оптимізація процесів у ливарному виробництві./ О.І.Пономаренко, Н.С. Євтушенко // Матеріали VIII міжнародної науково-технічної конференції «Перспективні технології, матеріали й обладнання в ливарному виробництві» – Краматорськ : ДДМА, 2021. – С.96-97.

3. Євтушенко С. Д. Методика вибору технології виготовлення виливків / С. Д. Євтушенко, О. І. Пономаренко, Н. С. Євтушенко // IX міжнародна науково-технічна конференція «Перспективні технології, матеріали й обладнання в ливарному виробництві» /– Краматорськ : ДДМА, 2023. – С. 49-51.

4. Євтушенко Н. С. Використання 3D-технологій для вдосконалення процесу лиття / Євтушенко Н. С., Пономаренко О. І., Масалітіна О. В. // Неметалеві вкраплення і газу у ливарних сплавах : зб. тез 17-ї Міжнар. наук.-техн. конф., 26-27 листопада 2024р. / відп. ред. В. Г. Іванов ; Нац. ун-т "Запорізька політехніка". – Запоріжжя, 2025. – С. 122-124.

5. Вплив величини тиску на якість відливок при кристалізації під тиском / Євтушенко С. Д., Акімов О. В., Євтушенко Н. С., Пономаренко О. І. // Неметалеві вкраплення і газу у ливарних сплавах : зб. тез 17-ї Міжнар. наук.-техн. конф., 26-27 листопада 2024р. – Запоріжжя, 2025. – С. 119-122.

6. Olga Ponomarenko, Nataliia Yevtushenko, Tatiana Lysenko, Vitalii Voronets, Stepan Yevtushenko, Pavlo Shelepko & Mikhailo Vorobyov. Operation Control of Melting Furnaces in Foundry Workshops Using Simulation Models. In: Ciobotă, D.D. (eds) International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE) - 2024. ICoRSE 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1129. Springer, Cham