

УДК 621.762

Н.М. Гулієва, к.т.н., В.Р. Булига

Луцький національний технічний університет

ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ЛИТТЯ

Розробка систем автоматизованого проектування лиття в кокіль протягом довгого часу залишається однією з найважливіших та найскладніших питань ливарного виробництва. Від цього в значній мірі залежить рівень технології і ступінь автоматизації процесу. Виготовлені деталі повинні відповідати стандартам якості поверхні і внутрішньої структури через статичні і динамічні навантаження, яким вони піддаються в процесі експлуатації. У пошуках шляхів підвищення якості виливків в умовах ресурсозберігаючих технологій все більша увага приділяється новим комп'ютерним технологіям. В останні роки виробничі підприємства, які використовували 2D-програми, перейшли на 3D, або почали паралельно використовувати 2D і 3D технології комп'ютерного моделювання для виготовлення деталей.

Ключові слова: ливарне виробництво, лиття в кокіль, деталі, 2D і 3D-програми.

Однією з найбільш поширених програм для 3D-моделювання процесу лиття є SolidCast. Для моделювання процесів заливання і затвердіння тривимірних моделей з подальшим їх дослідженням, а також коригуванням матеріалів, конструкції деталі і форми. Робота в цій програмі в певній мірі може служити альтернативним експериментальним дослідженням технологічності моделі вилівка, гідравлічних і теплових процесів формування необхідної деталі.

Метою моделювання є побудова тривимірної моделі корпусу з ливарної системи з двома типами виготовлення. Моделювання необхідне для виявлення оптимального ливарного варіанту з найкращим якісним ефектом, яке може попередити утворення усадочних і поверхневих дефектів вилівка.

Для дослідження було обрано вилівок корпусу масою 710 кг. Габаритні розміри 700×818×960 мм. Побудовані 3D-моделі корпусу в програмі SolidCast.

Корпус є готовим виробом і входить до складу складальної одиниці засувки клинової. Вона призначена для встановлення на трубопроводах в якості засувного пристрою для водо-, газо-, нафтових сумішей. Деталь належить до корпусних деталей і виготовляється зі сталі 25Л методом лиття в кокіль. Можна також виготовляти з матеріалу інших марок таких, як ХМ25Л, 12Х18Н12МЗТЛ. Її робочим середовищем є рідкі та газоподібні неагресивні нафтопродукти, вода, пара. Сталевий корпус відноситься до класу відновлюваних та ремонтних виробів. Вони виготовляються з клиновидної форми жорсткої конструкції.

Так як частка виливків в загальній масі ряду машин, наприклад металорізальних верстатів, парових турбін, тракторів і т. д. перевищує 50 %, тому ливарне виробництво є основною заготівельною бази сучасного машинобудування. Широке застосування способу виготовлення заготовок литтям пояснюється тим, що цим методом можна виготовляти заготовки складної конфігурації, які іншими методами (куванням, штампуванням, зварюванням) отримувати більш трудомістко, затратне або взагалі неможливе. Універсальність є основною перевагою лиття. Маса заготовок виготовлених литтям може коливатися від декількох грамів до десятків і навіть сотень тон, розміри заготовок можуть бути також різні. Виготовлятися вони можуть з найрізноманітніших металів і сплавів. Також дуже важливою перевагою лиття є можливість максимального наближення розмірів одержуваного вилівка до розмірів готової деталі внаслідок чого значно скорочуються відходи металу при механічній обробці. Вилівки повинні відповідати експлуатаційним вимогам, мати задані механічні властивості, а в деяких випадках і спеціальні властивості в інтервалі робочих температур. Щоб отримати вилівок з необхідними експлуатаційними властивостями необхідно вибирати належний сплав і технологію виготовлення.

Найважливіше завдання ливарного виробництва – це скорочення витрат на брак. Це завдання полягає у виявленні і аналізі виявлених дефектів, визначенні причин виникнення, призначення і виконання заходів щодо запобігання дефектів. Під час затвердіння вилівка відбувається ряд небажаних процесів, які можуть викликати утворення усадочних порожнин, так званих усадочних раковин. Цей процес називається усадкою. Вилівки з усадочними

раковинами в перерізі в більшості випадків непридатні для використання, тому при їх виготовленні намагаються вивести усадочну раковину в додатковий об'єм, так званий виступ.

Щільна будова виливка може бути забезпечена лише при литві заготовки через виступ. Природно, що виступ в ній повинен затвердіти в останню чергу. Науковці намагаються досягнути такого ефекту, щоб на виступ йшло як можна менше сплаву, і щоб вони забезпечували належну якість заготовки. Тому необхідно керувати температурними полями застигання системи виливок-виступ. В ідеальному випадку додатковий об'єм сплаву повністю переміщається в застиглий виливок, причому на заготовці ніякого надлишку металу не залишається. На практиці можна розраховувати ідеальну величину виступу.

Для зменшення витрат металу доцільно застосування теплової захисту виступу. Захист складається з теплоізоляційного виступу (рис. 1), яка уповільнює затвердіння поверхні з зовнішнього боку. Існують види ізотермічних виступів, які показано на рис. 2.

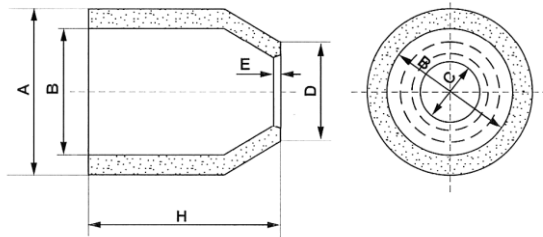


Рис. 1. Теплоізолюючий виступ

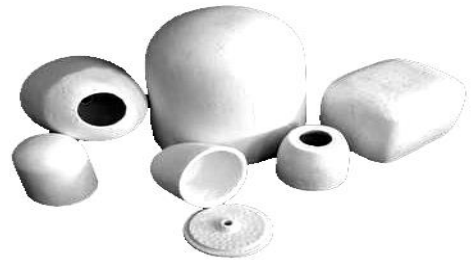


Рис. 2. Види ізотермічних виступів

Як приклад (рис. 3) наведемо застосування теплоізоляційних виступів на ливарних моделях, які дозволяють значно підвищити вихід придатного литва в порівнянні з традиційними методами виготовлення виливків.

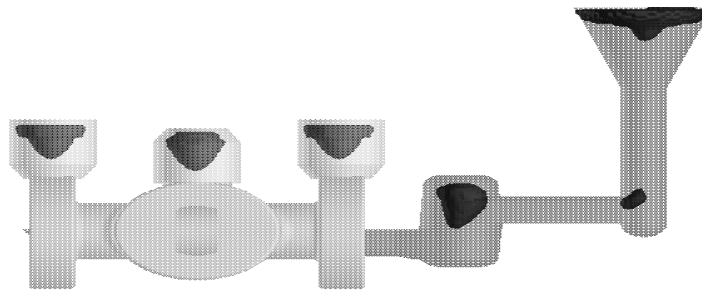


Рис. 3. Використання теплоізолюючих виступів

Ще однією з важливих проблем ливарного виробництва є неметалеві домішки. Вони завжди наявні в розплавленому металі і викликають такі дефекти, як шлакові і газові раковини, газову пористість, що знижує якість виливків і їх механічні властивості. Наступні операції з видалення дефектів помітно ускладнюють і здорожують процеси обробки виливків. Утворення неметалічних домішок виникає внаслідок шлаку з металом при його плавці, зливанням в роздатковий ковш і заливкою в ливарну форму та іншими факторами.

Проведемо аналіз діючої технології лиття корпусу і розробимо рекомендації щодо її вдосконалення на основі використання систем комп'ютерного моделювання.

Метою досліджень є комп'ютерне моделювання, яке дозволяє спрогнозувати брак на етапі проектування технології, а також мати можливість доопрацювати технологію так, щоб звести його до нуля, або до мінімальних показників.

Проводимо аналіз діючої технології лиття в кокіль корпусу:

1 етап.

За відомим кресленням заготовки створюємо 3D модель (рис. 4).

2 етап.

Створимо 3D модель вихідної ливарно-живильної системи, наданої фахівцями підприємства (рис. 5). Зони нещільного металу у виливку показано на рис. 6.

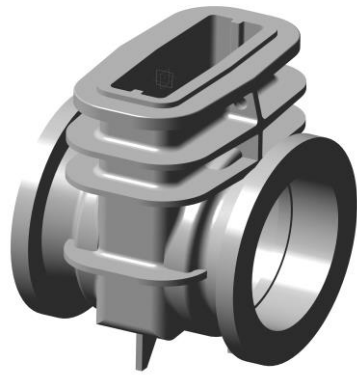


Рис. 4. 3D модель корпусу

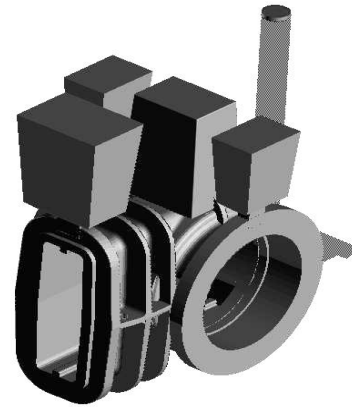


Рис. 5. Загальний вигляд ливарної системи

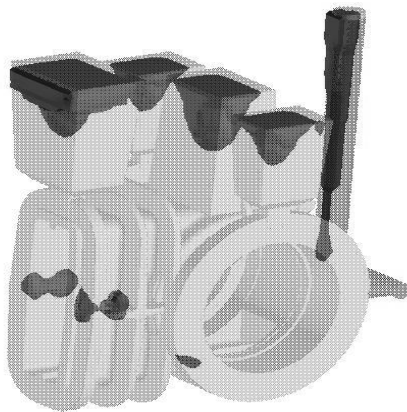


Рис. 6. Зони нещільного металу у виливку

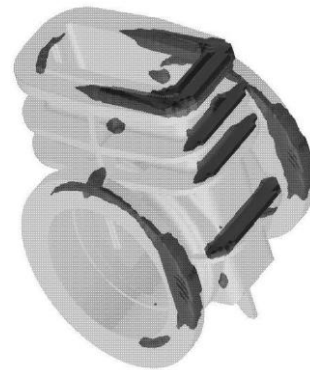


Рис. 7. Наявність дефектних місць у виливку

Розглянемо проектування ливарної системи з урахуванням аналізу заводської технології. За результатами аналізу існуючої ливарної системи спроектуємо нову систему. Для досягнення найбільшого ефекту була змінена конфігурація розподілу металу, а саме, місце розташування та застосування теплоізолюючих вставок.

1 етап.

Визначення раціонального розташування виготовлення виливка. На рис. 7 показана наявність дефектних місць у виливку.

2 етап.

Проаналізувавши дефектні місця в виливку, приймаємо рішення розташувати виступу на трьох фланцях (рис. 8).

Результати аналізу існуючої технології

Розрахунковий параметр: щільність металу в литві. Результати, отримані в системі SolidCast після аналізу наданої технології, показали наявність дефектів (зони нещільного металу) (рис. 9).

Даний результат говорить про можливе виникнення пористості на центральному і бічних фланцях виливка.

Основні характеристики ливарної моделі:

1. Лиття в кокіль;
2. Всього залитого металу: 1355,4 кг;
3. Зона подачі розплаву: 1,64 кг;
4. Маса формувальної суміші: 2103,8 кг;
5. Вихід придатного при цьому склав 51,6 %.

Робимо висновок, що отримання прибутків при виготовленні даної конфігурації для виготовлення виливка корпусу засувки неефективно.

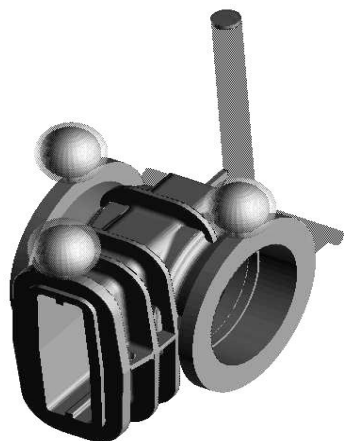


Рис. 8. Етап моделювання

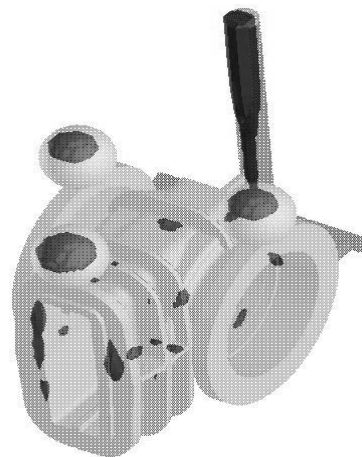


Рис. 9. Зони нещільного металу

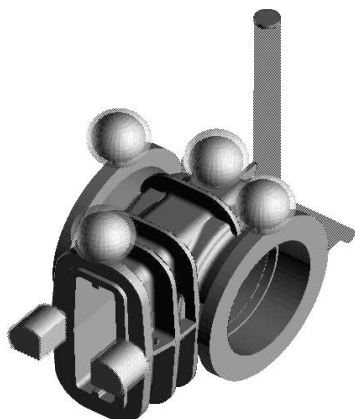


Рис. 10. Загальний вигляд проектної ливарної системи

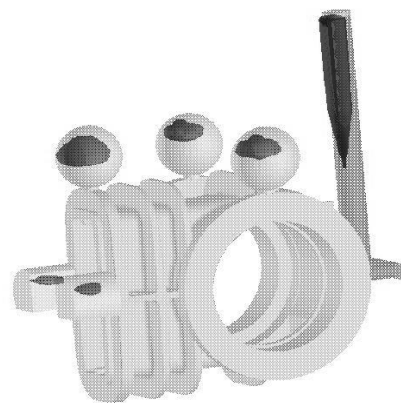


Рис. 11. Зони нещільного металу в литві

Куля має мінімальну площу, тому його тепловіддача мінімальна. Отже, куля є найбільш оптимальною геометричною фігурою.

Виступи на трьох фланцях приймаємо у вигляді кулі.

Результати аналізу проектної технології

Розрахунковий параметр: щільність металу у виливку.

3 етап.

Після аналізу ливарної системи приймаємо рішення застосувати термоізоляційні вставки (рис. 6).

4 етап.

На наступному етапі прийнято рішення встановити виступи на торець центрального фланця і на центр виливки (рис. 10).

Результати аналізу проектної технології

Розрахунковий параметр: щільність металу в литві (рис. 11).

Оскільки при даній ливарній системі дефектів у виливку не виявлено, то приймаємо рішення залишити цю ливарну систему і прийняти її за проектний варіант.

Основні характеристики ливарної моделі:

1. Лиття в піщано-глинисту форму;
2. Всього залитого металу 840,1 кг;
3. Зона подачі розплаву: 1,64 кг;
4. Маса формувальної суміші: 2512,8 кг;
5. Маса термоізоляційних вставок 5,106 кг;
6. Вихід придатного склав 80,3 %.

В результаті зміни конфігурації прибутків і застосування теплоізолюючих вставок вся усадка розташувалася в їх межах.

Вихід придатного сплаву склав 80,3 %.

Висновки. В даному дослідженні виконано моделювання процесу лиття корпусу в системі "SolidCast". Визначено оптимальну технологію виготовлення виливка, яка полягає в застосуванні виступів, що в свою чергу забезпечує виготовлення якісних заготовок без утворення зон нещільності та усадок.

Інформаційні джерела

1. Сухоруков С.І. Сучасні перспективи розвитку систем автоматизованого проектування технологічної оснастки / С.І. Сухоруков, О.В. Петров, Д.С. Осіпов // Вісник Хмельницького національного університету – Вінниця, Випуск 6, 2011. – С. 156–159.
2. Сімута Р.Р. Моделювання поверхонь деталей в CAD/CAM системах / Р.Р. Сімута, Ю.В. Петраков // Процеси механічної обробки в машинобудуванні. – Київ, Випуск 12, 2012. – С. 149–158.
3. Gulieva N.M. Information support for drinking water treatment / N. M. Gulieva // Actual Problems of Economics: Scientific economic journal. Kyiv, 2012. – V. 12 (138). – С.160–166.
4. Криворучко Д.В. Основи 3D-моделювання процесів механічної обробки методом скінченних елементів / Д.В. Криворучко, В.О. Залога, В.Г. Корбач. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – 208 с.
5. Гулієва Н.М. 3-D моделювання механічної обробки деталі / Н. М. Гулієва // Наукові нотатки: зб. наук. праць. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2017. – Вип. 57. – С. 66–69.
6. Рудь В.Д. Структурные характеристики заготовок при заполнении пресс-форм частицами нерегулярной формы / В. Д. Рудь, Л. М. Самчук, Н. М. Гулиева, В. В. Шиберко // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Science and Education – Our Future (November 24–26, 2014) Abu Dhabi". – Dubai.: Rost Publishing, 2014. – P. 18–24.

Н.М. Гулієва, к.т.н., В.Р. Булыга
Луцкий национальный технический университет

ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ЛИТЬЯ

Разработка систем автоматизированного проектирования литья в кокиль в течении долгого времени остается одной из самых важных и сложных вопросов литейного производства. От этого в значительной степени зависит уровень технологии и степень автоматизации процесса. Изготовленные детали должны соответствовать стандартам качества поверхности и внутренней структуры через статические и динамические нагрузки, которым они подвергаются в процессе эксплуатации. В поисках путей повышения качества отливок в условиях ресурсосберегающих технологий в последние годы большое внимание уделяется новым компьютерным технологиям. В последние годы производственные предприятия, которые использовали 2D-программы, перешли на 3D, или начали параллельно использовать 2D и 3D технологии компьютерного моделирования для изготовления деталей.

Ключевые слова: литейное производство, литье в кокиль, детали, 2D и 3D-программы.

N.M. Huliieva, Ph.D., V.R. Buliga
Lutsk National Technical University

FEATURES OF AUTOMATED DESIGN OF LITTLE PROCESS

The development of computer-aided design systems for casting in a kakil for a long time remains one of the most important and complicated issues of foundry production. From this, the level of technology and the degree of automation of the process depends to a large extent. The manufactured parts must comply with the quality standards of the surface and the internal structure through the static and dynamic loads that they undergo during operation. In the search for ways to improve the quality of castings in a resource-saving technology in recent years, increasing attention is paid to new computer technologies. In recent years, manufacturing companies that have used 2D programs have switched to 3D, or have begun to use in parallel 2D and 3D computer simulation technologies for the manufacture of parts.

Keywords: casting, casting, details, 2D and 3D programs.

Стаття надійшла до редакції 27.05.2018.