**Самарай Валерій Петрович. Моделювання ущільнення ливарних форм і прогнозування дефектів виливків : Дис... канд. наук: 05.16.04 – 2007**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Самарай В.П. Моделювання ущільнення ливарних форм і прогнозування дефектів виливків. - Рукопис.**  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.16.04 - Ливарне виробництво. - Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Київ, 2006.  Дисертація присвячена розробці принципів, алгоритмів і програм для ефективного застосування універсальної тримірної імітаційної моделі реологічного моделювання ущільнення форм та стрижнів, в тому числі віброущільненням. Розроблені принципи моделювання процесів ущільнення форм та стрижнів за рахунок вар'їрування технологічних впливів і властивостей формувальних сумішей. Проведено комплекс експериментальних та обчислювальних досліджень впливу технологічних параметрів на формувальні суміші з різними реологічними властивостями в різних умовах. Побудовані імітаційна та математичні моделі процесів масопереносу при ущільненні форм. Запропоновано способи прогнозування якості виливків за результатами моделювання ущільнення форм, відповідні математичні моделі і теоретичні залежності. Результати моделювання з достатньою для інженерного рівня точністю підтверджуються експериментальними даними. Розроблено методи оптимізації процесів ущільнення піщаних форм та стрижнів. | |
| |  | | --- | | У дисертації наведені теоретичне узагальнення і нове вирішення наукового завдання підвищення якості виливків через застосування методів імітаційного моделювання процесів масопереносу під час ущільнення форм та стрижнів і застосування результатів моделювання для прогнозування вірогідності утворення дефектів виливків. За результатами, одержаними в роботі, сформульовані такі висновки:  1. Дослідженням літератури встановлено, що застосування методів імітаційного моделювання для аналізу ущільнення і результатів моделювання для прогнозування вірогідності утворення дефектів виливків для підвищення ефективності систем управління якістю виливків, що виготовляються в разових формах, недостатнє. Встановлено, що питання вибору оптимальних режимів вібрації ущільнення форм при виготовленні виливків складної конфігурації до теперішнього часу не вирішене. Розв'язати проблему оптимального ущільнення форм дозволяє використання імітаційного моделювання процесу формоутворення. Найбільш об'єктивно імітаційна модель, властивості формувальних матеріалів і процес їх ущільнення можуть бути описані на основі реології.  2. З метою оптимізації формоутворення створена універсальна тримірна імітаційна модель ущільнення, яка складається з підсистем: препроцесорної підготовки моделювання (введення даних, генератора просторового структурування об'єкта моделювання, підсистеми розрахунку початкових та граничних умов процесу), розрахунку поля нормальних та дотичних напруг, ущільнення, перетікання, внутрішнього та зовнішнього тертя, врахування кута нахилу стінки оснастки, моделювання характеру розподілу сил тертя, перерахунку щільності на незмінні координати, коригування ефективних значень реологічних параметрів залежно від ефективної щільності (на основі методів реології з адаптацією для віброущільнення; модель дозволяє, як альтернативу використання емпіричних рівнянь ущільнення, адаптацію для інших методів ущільнення).  3. Вперше запропонований новий підхід до визначення критерію оптимізації формоутворення на стадії технологічної підготовки виробництва, а саме вірогідність утворення дефектів у виливках з вини ливарної форми за результатами імітаційного моделювання. Узагальнений критерій “бездефектність” може слугувати цільовою функцією оптимізації процесу ущільнення форми.  4. Вірогідність утворення дефектів у виливках з вини форми визначається сукупністю взаємопов’язаних параметрів ущільнення різних зон форми, які можна оцінити за допомогою трьох показників: середньої щільності всієї форми, білямодельних зон і верхніх шарів, ступінь впливу яких може бути представлена у вигляді матриці прогностично-діагностичних коефіцієнтів, а конкретні ефективні значення показників, у власну чергу, залежні від реологічних властивостей формувальної суміші, способу та режимів ущільнення і геометричних параметрів ливарної форми.  5. Рішення задачі визначення вірогідності появи дефектів виливків за згаданими показниками ущільнення можливо на основі аналізу результатів тримірного імітаційного моделювання ущільнення форми і стрижнів з наступним прогнозуванням методами експертних оцінок (ЕС).  6. Розроблено номограми для визначення оптимальних тривалості процесу і ступеня ущільнення за результатами багатоваріантного моделювання. Номограми генеруються автоматично ПК для конкретних способу та режимів ущільнення (на прикладі віброущільнення). Оптимальні силові параметри можуть бути визначені із спеціально сформованих діаграм. Запропоновані номограми дають можливість по-новому оцінити процес і різні способи ущільнення з точки зору тривалості і послідовності чотирьох фаз ущільнення в трьох характерних зонах форми.  7. Запропонована система оптимізації формоутворення з піщаних сумішей, яка включає об'єкт оптимізації - процес проектування технологічного процесу ущільнення і виготовлення виливків, систему імітаційного моделювання ущільнення, діагностичну та прогностичну експертні системи, дві бази даних і поліпшує проектування, моделювання, коригування нових технологічних процесів ущільнення або коригування процесу вже впровадженого у виробництво.  8. Розроблені і запатентовані способи прогнозування п’ятнадцяти дефектів виливків, які дозволяють значно ефективніше використовувати результати моделювання. Розроблена ЕС прогнозування дефектів виливків, яка може бути використана окремо або в складі ІС за результатами імітаційного моделювання. ПК в складі системи імітаційного моделювання, ЕС та двох баз даних пройшов випробування та рекомендований до впровадження в навчальний процес на кафедрі ливарного виробництва чорних та кольорових металів НТУУ"КПІ", на кафедрі ортопедичної стоматології Інституту екології і медицини (м.Київ) і у виробництво.  9. Вперше cтворено принципи, методика і програмне забезпечення:  -препроцесорної підготовки імітаційного тримірного моделювання ущільнення;  -моделювання градієнту напружень зсуву в формі при ущільненні;  -використання постійної незмінної мережі структурування під час імітаційного моделювання ущільнення форм та стрижнів, які підвищують адекватність і спрощують процес моделювання.  10. Встановлені параметри і закономірності динаміки віброущільнення і струшування використані при створенні імітаційної моделі. Достовірність моделі підтверджена експериментом. | |