

Київський політехнічний інститут

На правах рукопису

КОСТРОВА Галина Вікторівна

УДК 621.744

УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ УЩІЛЬНЕННЯ

ПІШАНИХ ЛИВАРНИХ ФОРМ

Спеціальність 05.16.04. - ливарне виробництво

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ - 1995



00778544 (Z)

Дисертацією є рукопис.
Робота виконана на кафедрі "Ливарство" Одеського державного політехнічного університету.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Олександр Леонідович Становський

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Георгій Павлович Борисов

кандидат технічних наук, професор
Володимир Павлович Авдокушин

Провідна організація:
Одеський ливарний завод "Центролив".

Захист дисертації відбудеться "20" березня 1995 року о 14³⁰
годині на засіданні спеціалізованої ради К 068.14.09 з присуд-
ження вчених ступенів Київського політехнічного інституту за
адресою: 252056, Київ, проспект Перемоги, 37, КПІ, ІФФ.

З дисертаційною роботою можна ознайомитися у бібліотеці
інституту. Ваш відгук, завірений гербовою печаткою, просимо
надсилати за вказаною адресою.

Автореферат розісланий "8" лютого 1995 р.

Вчений секретар
спеціалізованої ради, к.т.н., доцент

Г.С. Федоров
Г.С. Федоров

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Підвищення якості виливків за рахунок оптимального управління процесом формутворення - фундаментальна проблема теорії та технології ливарного виробництва.

В кожному способі литва, де повністю або частково застосовуються піщані суміші, існують дефекти литва, які прямо чи посередньо пов'язані з невдалим розподілом щільності суміші в об'ємі форми.

Численні склади формових матеріалів, різноманітні методи їх ущільнення створюють принципову можливість одержувати форми з таким полем щільностей, яке забезпечує виготовлення литва без таких дефектів. Однак, для практичної реалізації необхідно навчитися управляти процесом ущільнення, тобто вибирати види та параметри технологічної дії на суміш, які враховували б не лише потрібний кінцевий результат, але й реологічні, теплофізичні та інші властивості суміші, розміри та конфігурацію модельно-опочної оснастки, різні конкретні виробничі ситуації, а також експлуатаційні характеристики майбутньої литої деталі.

Тому дослідження та розробка сучасних комп'ютерних систем управління процесами ущільнення піщаних ливарних форм на основі схематичних моделей формутворення є актуальним завданням.

Метою даної роботи є підвищення якості виливків, що заливаються в піщані форми, шляхом старіння системи управління процесом формутворення та оптимізації конструкторських литих деталей.

В дисертаційній роботі вирішуються такі завдання:

1. Побудова та ідентифікація схематичної моделі процесу ущільнення піщаних ливарних форм при зовнішній механічній і термічній дії.

2. Проектування литої рельєфної деталі з оптимальними експлуатаційними властивостями.

3. Дослідження процесу формутворення з піщано-смоляних сумішей на двовимірній схематичній моделі.

4. Створення методичних та програмних засобів системи автоматизованого управління ущільненням піщаних ливарних форм.

Автор захищає:

1. Багатоцільову двовимірну схематичну модель процесів

тепломасопереносу при формуванні зв'язно-сипучих анізотропних середовищ зі змінними реологічними та теплофізичними параметрами.

2. Способи поліпшення експлуатаційних характеристик литих деталей шляхом оптимізації їх конструкцій.

3. Методи дослідження параметрів ущільнення пішано-смоляних матеріалів.

4. Методи неруйнівного контролю щільності пішаних ливарних форм в процесі їх виготовлення.

Наукова новизна

1. Адапована до вирішення завдань управління процесом формоутворення схемотехнічна САПР "MICRO-CAP III".

2. Розроблена багатоцільова модель ущільнення пішаних формових матеріалів.

3. Вивчені реологічні та теплофізичні характеристики пішано-смоляних сумішей в умовах технологічного процесу виготовлення оболонкових форм.

4. З'ясований механізм формоутворення для тонкорельєфних литих деталей.

Практична цінність роботи

1. Спроектовано конструкцію рельєфних литих деталей, яка забезпечує оптимальні експлуатаційні характеристики в умовах складного навантаження.

2. Розроблено технологію виготовлення тонкорельєфного литва в пішано-смоляних формах, одержаних в процесі керованого ущільнення.

3. Створено багатоцільову схемотехнічну модель ущільнення зв'язно-сипучих анізотропних середовищ в умовах зовнішнього та внутрішнього нагрівання та двівільного методу прикладання ущільнюючої механічної дії.

4. Одержано різноманітні реологічні та теплофізичні характеристики пішано-смоляних сумішей в умовах реального технологічного процесу виготовлення оболонкових форм.

5. Система управління технологічним процесом формоутворення при виготовленні сталених виливків зубчастих колес у пішаних формах пройшла виробничі випробування на одеському виробничому об'єднанні "Краян". Розрахунковий річний економічний ефект від використання розробленої системи складає 135,8 тис. крб. у цінах 1991 року.

Апробація роботи. Матеріали дисертації доповідались і обговорювались на засіданні наукового семінару кафедри ливарного виробництва Київського політехнічного інституту (Київ, 1994), на 1-й Українській конференції з автоматичного керування (Київ, 1993), на науково-технічному семінарі "Применение вычислительной техники и математического моделирования в прикладных научных исследованиях" (Одеса, 1994).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано дванадцять друкованих праць, в тому числі два патенти на винаходи.

Об'єм та структура дисертації. Дисертаційна робота викладена на 142 сторінках машинописного тексту. Складається зі вступу, п'яти глав, висновків по роботі та додатків. Робота включає 7 таблиць, 64 рисунки; бібліографія містить 149 джерел.

ЗМІСТ РОБОТИ

Аналітичний обзор. З обзору літератури встановлено, що значна кількість дефектів виливків є наслідком неоптимального ущільнення піщаних ливарних форм. Існуючі методи ущільнення та обладнання для його здійснення дають розподіл щільностей, далекий від оптимального, яким слід визнати щільний робочий шар суміші та пухкий опорний при заданих товщинах.

Процес ущільнення піщаних форм дуже складний і залежить від багатьох внутрішніх та зовнішніх характеристик. Для управління цим процесом необхідно створити багатоцільову модель, що може швидко переналашуватись в залежності від змінних параметрів сумішей, що ущільнюються, та відтворювати рівноманітні зовнішні дії.

Найбільш придатною до цих цілей може стати електрична схемотехнічна модель за умов її реалізації на ЕОМ мовою схемотехнічної САПР.

Методи дослідження. В роботі використовували пішано-смоляну холодноплаковану суміш кварцового піску 1К01А та зв'язуючого ПК-104. Метал для виливків - сірий чавун СЧ15 та ву лецеву сталь 45Л, виплаляли в індукційній печі.

Щільність формових матеріалів виміряли шляхом зважування темплетів відомого об'єму. Для неруйнівного контролю щільності використовували емкисний датчик.

Для теоретичного обґрунтування впливу внутрішніх та зовнішніх факторів на реологічні властивості сумішей застосовува-

ли перколяційний метод, а для експериментального дослідження - оригінальну установку.

Для побудови та аналізу схематичної моделі процесу ущільнення використовували САПР "MICRO-CAP III", реалізовану на ПЕОМ IBM-386.

Теплофізичні характеристики сумішей вивчали швидкісним методом.

Фізична модель процесу формоутворення

Принцип моделювання (рис.1) буливали, виходячи з головної вимоги - модель повинна надавати користувачеві можливість відтворювати довільне поєднання термічної та механічної дії на будь-яку силучу суміш, що знаходиться в формувальній оснасті будь-якої конфігурації.

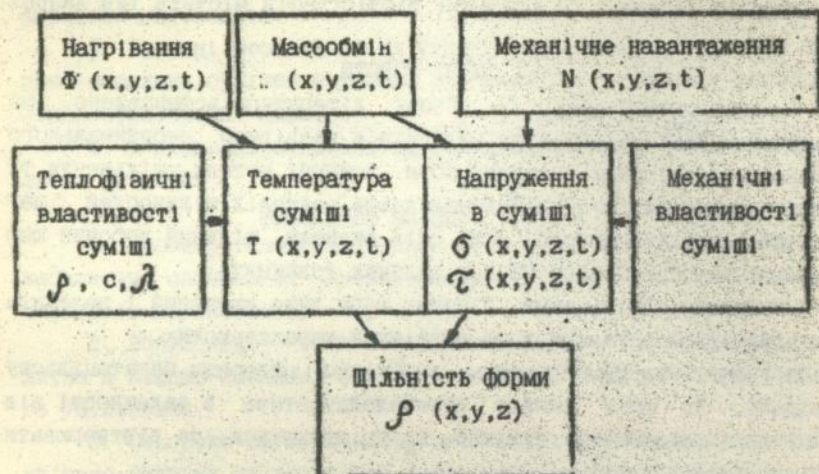


Рис. 1

Такий принцип моделювання дозволяє описувати одностороннє (від моделі довільної форми) і об'ємне (високочастотне) нагрівання суміші, масообмін з навколишнім середовищем (наприклад, підсіпання суміші в процесі ущільнення, вбирання вологи в пористу модель і т.і.), а також різноманітні види механічного навантаження (односторонній - плоский або рельєфний, гравітаційний, інерційний і т.і.). Завдяки цьому багатопільова модель надає користувачеві можливість аналізувати, а отже і управляти різними методами формоутворення: гравітаційним, пресуванням (нижнім, верхнім, двостороннім), струшуванням, металним, піс-

кодувним, вибуховим і т.д., або їх поєднанням.

Такий принцип моделювання процесу формування передбачає можливість побудови багатолінійної кількості різних фізичних моделей. В даній роботі фізичну модель будували у вигляді, зображеному на рис. 2.

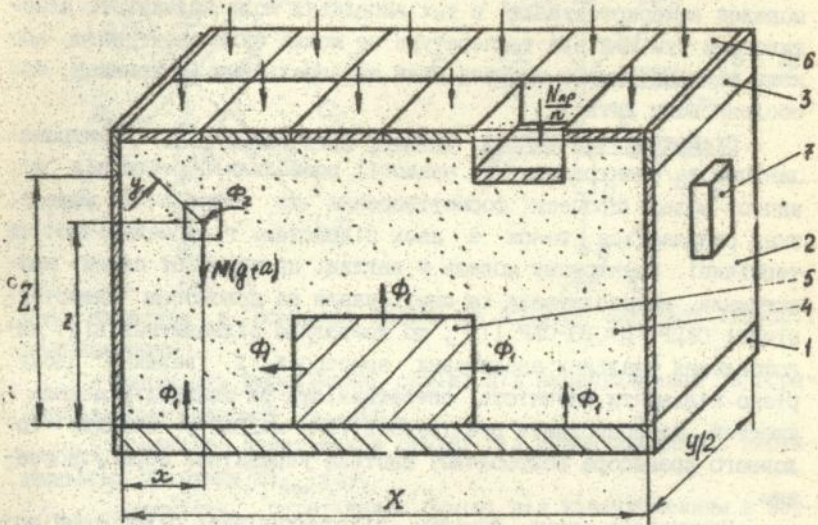


Рис. 2

На рисунку позначені: 1 - плоска модельна плита; 2 - опoкa; 3 - наповнювальна рамка; 4 - формувальна суміш; 5 - ливарна модель; 6 - багатоелементна пресуюча колодка, 7 - вібратор.

Суміш в опoці сприймає: гідромеханічну дію суміші, що знаходиться в наповнювальній рамці, а також реакцію модельної плити з моделлю і стінок опoки; дію інерційних сил при різкому гальмуванні (струшуванні); дію сил гравітації; термічну дію модельної плити з моделлю.

Крім цього передбачається можливість нижнього пресування, вібрації, а також об'ємного нагрівання суміші.

Така фізична модель дозволяє врахувати умови, які виникають в процесі формування основними, найбільш поширеними в ливарному виробництві методами.

Як видно з фізичної моделі об'єкта, останній відрізняється досить високою складністю як в геометричному, так і в ком-

понентному розумінні, тому виконували його структурування. Геометричне структурування здійснювали поділом простору на окремі комірки трьома пакетами взаємоперпендикулярних площин. Комп'ютерне структурування передбачало наявність в моделі двох підсистем - гідромеханічної і термічної. Термічну підсистему моделей використовували в тих випадках, коли залежність властивостей сумішей від температури не можна було знехтувати, або коли термічні умови процесу були визначальними (наприклад, при оболонковому литві).

Схемотехнічна модель процесу формоутворення. Електромеханічна та електротермічна аналогії дозволили перейти від фізичної моделі процесу формоутворення до електричної моделі, яка складається також з двох підсистем: гідромеханічної та термічної. Електричну модель у вигляді принципової схеми проектували, налагоджували та аналізували за допомогою схемотехнічної САПР "MICRO-CAP III", що дозволило відмовитись від виготовлення реальних аналогових пристроїв і, завдяки цьому, різко підвищити гнучкість, оперативність та швидкодію моделі - якостей, що дозволяють реалізувати таку модель у вигляді головного процесора розробленої системи управління формоутворенням.

Принципова схема комірки гідромеханічної підсистеми моделі подана на рис. 3. Резистори R_x , R_y та R_z моделюють гідравлічний опір перебігу суміші у відповідних напрямках, конденсатор C_r - гідравлічну ємність комірки, а його електричний заряд - середню щільність суміші в комірниці. При досягненні зарядом конденсатора деякої величини, яка відповідає граничному ущільненню суміші даного складу, автоматично розмикається ключ K , і подальший заряд конденсатора стає неможливим. Джерело напруги моделює прикладення об'ємного ущільнюючого навантаження, наприклад, при струшуванні.

Принципова схема комірки термічної підсистеми моделі показана на рис. 4. Резистори R моделюють ефективний теплоопір суміші, конденсатор C_T - її ефективну теплоємність, а джерело струму J - об'ємне нагрівання форми, наприклад, струмами ВЧ.

Для розрахунку величин $R_{x, y, z} = R_x, R_y, R_z$, R , C_r та C_T двовірної моделі експериментально визначали такі залежності характеристик заданих сумішей рід умов формоутворення,

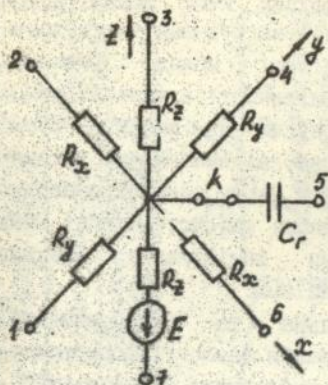


Рис. 3

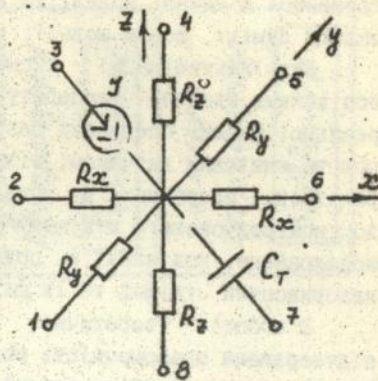


Рис. 4

які склалися в комірках моделі на початок чергової ітерації моделювання:

- швидкість перетікання суміші під навантаженням в горизонтальному напрямку $m_{гор}(t)$;
- швидкість перетікання суміші під навантаженням в вертикальному напрямку $m_{верт}(t)$;
- швидкість перетікання суміші під навантаженням в вертикальному напрямку біля боку однієї стінки $m_{бок}(t)$;
- граничну щільність при заданому навантаженні ρ_{max} ;
- ефективне значення теплопровідності суміші $\lambda_{эф}(T)$;
- ефективне значення теплоємності суміші $C_{эф}(T)$.

За експериментальними даними значення параметрів елементів електричної моделі розраховували за допомогою формул:

$$R_{гор, верт}(t) = \frac{\delta^2 P \ell_n}{S_x K_e m_{гор, верт}(t)} \cdot \frac{1}{C_r n^2}; \quad (1)$$

$$C_r(T) = \frac{C_{эф}(T) \delta^2 P}{\lambda_{эф}(T) K_e} \cdot \frac{1}{R n^2}; \quad (2)$$

де δ - висота стовпа суміші над моделлю; P - тиск ушільнення; ℓ_n, S_x - геометричні характеристики комірок; K_e - масштаб часу; n - кількість комірок.

Моделювання граничних умов здійснювали з урахуванням

прийнятій фізичній моделі та конкретних умов формоутворення; складу суміші, форми моделі, методів нагрівання та ущільнення.

Для ідентифікації схемотехнічної моделі виконували порівняння значень температури і щільності в заданих комірках реальної форми, одержаних безпосереднім вимірюванням термопарою та емісійним датчиком, відповідно, зі значеннями тих же параметрів, одержаних на моделі. При цьому одночасно зводились до контрольованого мінімуму випадкові та систематичні помилки моделювання, пов'язані з похибками вимірювання ефективних властивостей сумішей та їх флуктуаціями.

В роботі теоретично доведена та експериментально підтверджена правомочність моделювання реології формоутворення шляхом заміни перебігу суміші при ущільненні в довільних напрямках на ортогональні вектори ефективного масопереносу зі швидкістю

$$\vec{m} = \vec{m}_{гор} + \vec{m}_{верт} \quad (3)$$

Система управління процесом формоутворення. Об'єктом управління в системі (рис. 5) є технологічний процес виготовлення литих деталей, який включає їх проектування, виготовлення креслення вилівка, вибір способу литва, проектування процесу виготовлення піщаних ливарних форм, виготовлення форм одним з відомих способів ущільнення (або їх поєднанням) виготовлення виливків і контроль якості форм та якості виливків. В системі управління передбачені логічні та програмні зв'язки між підсистемами, які входять в її структуру, а також загальна база даних і архів.

В "стаціонарному" режимі роботи об'єкта працює блок зворотного зв'язку, який здійснює збирання і оцінку інформації щодо режимів техпроцесу, які контролюються, та якості виливків. Інформація передається блокові управління, який, при необхідності, приймає рішення щодо коректування режимів об'єкта без підключення блока моделі або щодо зміни техпроцесу за допомогою моделі. Остання операція відноситься вже до "нестационарного" режиму роботи.

В цьому ж режимі виконується проектування нових виливків та нових техпроцесів формоутворення. Таким чином, система управління може функціонувати в таких режимах:

- проектування нової литої деталі;
- проектування проекта литої деталі із урахуванням умов

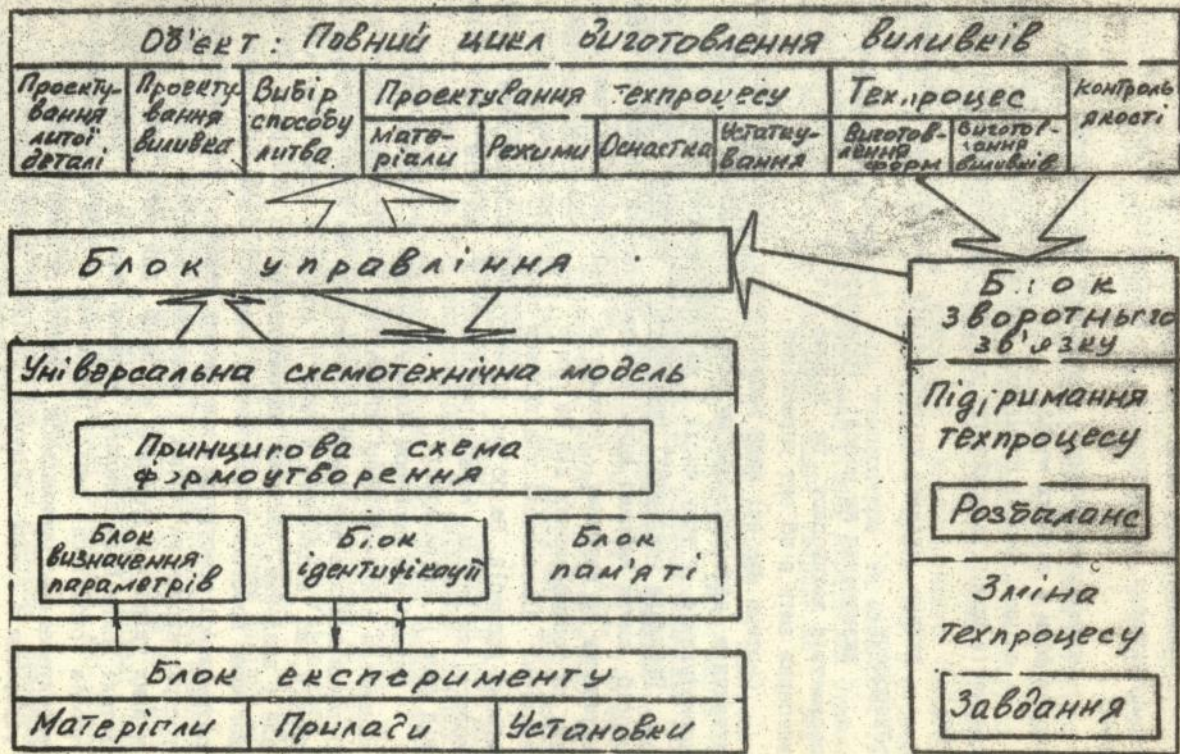


Рис. 5

1) експлуатації та виготовлення;

- проектування нових параметрів технологічних процесів формоутворення за допомогою універсальної схемотехнічної моделі;

- додержання режимів техпроцесу виготовлення піщаних ливарних форм в заданих межах;

- оцінка якості проміжних (форма) і остаточних (вилісок) предметів праці та прийняття рішення про коректування техпроцесу;

- видача завдання універсальній моделі на коректування техпроцесу;

- визначення на моделі (розрахунок, експеримент) нових параметрів техпроцесу та псдача їх в блок управління для внесення змін в об'єкт управління.

Система має всі види забезпечення, необхідні для функціонування в автоматизованому режимі, передбачає творчу участь користувачів, у тому числі і на евристичному рівні.

Приклади реалізації розробленої системи управління. За спосіб литва вибрано литво в піщано-смоляні форми на термореактивному зв'язуючому, технологія якого включає гаму механічних та теплофізичних дій на суміш, яка істотно змінює свої реологічні властивості під впливом такої дії та внутрішніх хімічних процесів. За об'єкт проектування вбрано лите зубчасте колесо, як деталь, конфігурація якої в значній мірі залежить від умов її експлуатації.

Управління процесом формоутворення з піщаних сумішей починається з проектування оптимальної конфігурації литої деталі. Остання повинна при цьому задовольняти не лише експлуатаційні вимоги, що випливають з умов її роботи в машині або агрегаті, але і завдання системи автоматизованого контролю за технологічним процесом виготовлення ливарної форми. Зубчасте колесо оптимальної конструкції має змінну товщину, яка зводиться до гострих кромки на торцях і монотонно зростає вздовж криволінійних твірних у напрямку до диску. Для того, щоб в реальній деталі можна було виконати заданий переріз, з торців обода та зубців робляться глухі порожнини. Така конструкція, будучи експлуатаційно оптимальною, ставить особливі вимоги до формоутворення з піщано-смоляних сумішей через складність рельєфу поверхні моделі. Застосування розробленої системи управління

дозволяє оптимізувати також конструкцію ливарної форми, забезпечуючи одержання з єдиної суміші двошарової форми зі щільним робочим та пухким опорним шарами заданої товщини. Одночасно створюються умови для чіткого відтворення формою рельєфу моделі.

Вводячи коефіцієнт ущільнення, який дорівнює співвідношенню кінцевої та початкової щільностей, та коефіцієнт бокового тиску, який дорівнює співвідношенню швидкостей перебігу суміші в напрямках, що збігається з зусиллям ущільнення, і перпендикулярними йому, за допомогою перколяційного аналізу встановили наявність в пішано-смоляній суміші зон з різною ущільнюваністю в залежності від температури та швидкості її зміни. Існування таких зон обумовлено різним агрегатним станом смоляного зв'язуючого, що проходить стадії "твердий ше", "рідкий", "твердий уже".

Той чи інший збіг цих стадій з часом початку та закінчення ущільнювочної дії приводить до утворення у формі шарів із щільностями, що різко відрізняються: ρ_{min} (середнє значення для пішано-смоляної суміші, що використовується у роботі - 1250 кг/м³); ρ_{cp} (середнє значення - 1405 кг/м³) та ρ_{max} (середнє значення - 1730 кг/м³). Результатом роботи схемотехнічної моделі є діаграми щільності (рис. 6), де перелічені шари можна наочно побачити та проаналізувати.

На рис. 6а видно "пухкі" зони у формі, одержаній при початку ущільнення на 2 с, які приводять до виникнення пригару. При закінченні ущільнення на 25 с (рис. 6б) через значну товщину щільного шару на поверхні виливок утворюються газові раковини. За допомогою системи управління, що основана на схемотехнічній моделі, одержані оптимальні параметри ущільнення - температура моделі 523 К, час початку ущільнення - не пізніше 0,5 с, час закінчення - не пізніше 8 с після падіння суміші на модель (рис. 6в).

При зміні будь-яких умов процесу формоутворення наведені параметри теж змінюються, що може привести до появи на діаграмі "небезпечних" зон. За допомогою розробленої моделі система управління визначає нові оптимальні параметри, які дозволяють відновити діаграму заданого виду.

Розроблена конструкція оснастки, яка дозволяє практично реалізувати отримані параметри процесу.

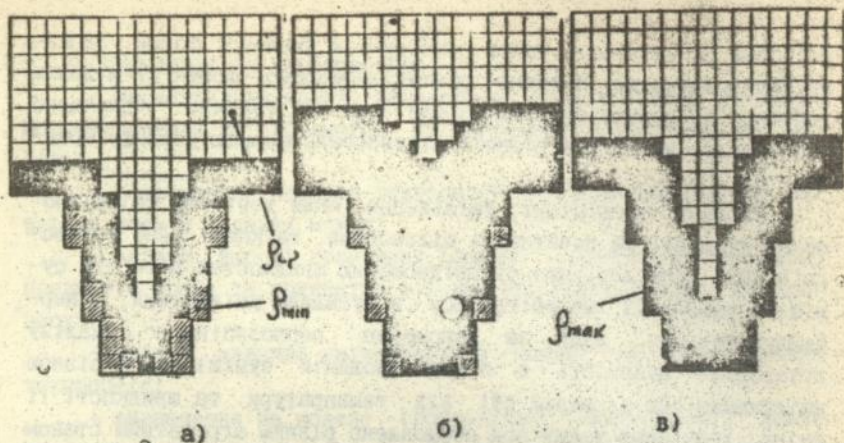


Рис. 6

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ

1. Встановлені основні умови одержання виливків з якісною поверхнею при литві в пішані форми: оптимальне ущільнення суміші в процесі формоутворення, що забезпечує направлений газовий потік від вилівка і відсутність проникнення металу в поверхневий шар форми.

2. Показано, що існуюча різноманітність формувальних складів і методів їх ущільнення, робить процес формоутворення з пішаних сумішей практично таким, що мало управляється, через велику кількість стохастичних параметрів. Для одержання ливарних форм з оптимальним розподілом щільності по об'єму необхідна система управління формоутворенням, що включає гнучку, легко переналагоджувальну модель процесу. Інваріантну до властивостей формувальних матеріалів, конфігурації виливків та зовнішнього впливу на пішану суміш, що ущільнюється.

3. На базі адаптованої САПР "MICRO-CAP II" створена багатоцільова двовимірна схемотехнічна модель термічних та гідромеханічних процесів ущільнення анізотропних пішаних сумішей поблизу рельєфної поверхні моделі, яка враховує термічні, хімічні та реологічні властивості таких сумішей, а також зосереджені зовнішні та розсереджені внутрішні джерела механічної і теплової дії на пішану суміш в процесі ущільнення.

4. Порівнянням значень щільності форми в контрольних точках, одержаних розрахунком на моделі та неубивним контролем емкисним методом, підтверджені запропонований механізм ущільнення та адекватність схемотехнічної моделі. Рекомендовані методи експериментального визначення параметрів схемотехнічної

моделі. Побудована номограма для розрахунку значень елементів термічної підсистеми. Для оцінки реологічних властивостей суміші запропоновано інтегральний параметр - ефективний коефіцієнт кінематичної в'язкості та оригінальна методика його визначення.

5. Вивчені механізми фізичного процесу підвищення текучості піщано-смоляної суміші і хімічного процесу її твердіння при нагріванні. Встановлена структурна чутливість реологічних властивостей піщаних сумішей, яка пов'язана з утворенням безкінцевих кластерів чотирьох типів: плакованих зереч, "рідких" смоляних ободок, "твердих" вогнетривких ядер та затверділої смоли, і яка визначає можливість управління одержанням багатшарових форм з єдиної суміші.

6. Модифіцированим прискореним експериментальним методом визначені теплофізичні властивості піщано-смоляних сумішей: ефективні значення коефіцієнтів теплоємності та теплопроводності в залежності від щільності і температури. За допомогою оригінальної установки визначені ефективні значення вертикальної та горизонтальної складових коефіцієнта кінематичної в'язкості, а також значення такого коефіцієнта біля вертикальних стінок моделі або оснастки в залежності від зернового і хімічного складу суміші та кінетики нагрівання.

7. Методом оптимізації геометрії складної литої деталі на основі визначення роботи мікрозміщення при її експлуатації одержані оптимальні конструкції зубчастого колеса та поршня, які забезпечують раціональний розподіл навантаження на перерізі виливків. Встановлено, що литі деталі оптимальної конструкції, з одного боку, відзначаються підвищеною довговічністю і, з іншого боку, при застосуванні розробленої системи управління формоутворенням забезпечують одержання виливків без поверхневих дефектів.

8. Запропонована система управління процесом формоутворення з піщаних сумішей, яка включає об'єкт управління - процес проектування і виготовлення виливків, блоки управління і зворотнього зв'язку, а також багатцільову схемотехнічну модель з експериментальним блоком та ідентифікатором. Розроблені алгоритми реалізації системи управління для проектування нових литих деталей, коректування проекту, підтримки заданих режимів техпроцесу, оцінки якості виливків та коректування техпроцесу.

Виділені основні засоби управління формоутворенням з пішано-смоляних сумішей: температура моделі, тиск ущільнення, а також час його початку та закінчення.

9. За допомогою багатоцільової схематичної моделі встановлені значення засобів управління - температура моделі 523 К, час початку ущільнення - не пізніше 0,5 с, час закінчення ущільнення - не пізніше 8 с для одержання тонкорельєфних сталевих (зубчасте колесо) виливків без поверхневих дефектів: пригару, газових раковин та шорсткості поверхні на більш ніж $R_a = 60$ мкм. Розроблені технічні заходи по реконструкції формувального обладнання для підтримання заданих режимів.

10. Система управління технологічним процесом формоутворення при виготовленні в пішано-смоляних формах сталевих виливків зубчастих колес пройшла виробниче випробування та рекомендована до впровадження на одеському виробничому об'єднанні "Країн". Розрахунковий річний економічний ефект від використання розробленої системи складає 135,8 тис. крб. в цінах 1991 року.

Основні положення дисертаційної роботи викладені в наступних друкованих працях:

1. Кострова Г.В., Лисенко Т.В., Становський О.Л. Схематичне проектування у машинобудуванні: Навчальний посібник. - Одеса: ОДПУ, 1994. - 150 с.
2. Кострова Г.В. Евристичне проектування у машинобудуванні: Навчальний посібник. - Одеса: ОДПУ, 1994. - 56 с.
3. Иванова Л.А., Становский А.Л., Кострова Г.В. Методы формообразования тонкорельефных отливок. - М.: ВНИИТЭМР, 1988. - 48 с.
4. Кострова Г.В., Лысенко Т.В., Становский А.Л. Моделирование переходных процессов теплопереноса. // Новые методы моделирования в машиностроении. - Одесса: ОПИ, 1993. - С. 6-8.
5. Герсга А.Н., Кострова Г.В., Становский А.Л. Моделирование переноса на макроуровне // Новые методы моделирования в машиностроении. - Одесса: ОПИ, 1993. - С. 8-12.
6. Кострова Г.В., Лысенко Т.В., Становский А.Л. Компьютерное моделирование переходных процессов в анизотропных средах. - Одесса: ОЦ УкрНТИ, 1993. - № 199-83.
7. Кострова Г.В. Управление распределением плотности в анизотропной песчано-смоляной смеси // Применение вычислитель-

ной техники и математического моделирования в прикладных научных исследованиях. - Одесса: ОГПУ, 1994. - С. 56.

8. Кострова Г.В., Ширманова И.А. Моделирование рельефного формообразования // Применение вычислительной техники и математического моделирования в прикладных научных исследованиях. - Одесса: ОГПУ, 1994. - С. 25-26.

9. Симонов В.В., Кострова Г.В., Лысенко Т.В. Автоматизация схемотехнического проектирования технологических процессов // Применение вычислительной техники и математического моделирования в прикладных научных исследованиях. - Одесса: ОГПУ, 1994. - С. 26-27.

10. Герсга А.Н., Кострова Г.В., Становский А.Л. Роль кластеризации связующего в процессе отверждения формы // Применение вычислительной техники и математического моделирования в прикладных научных исследованиях. - Одесса: ОГПУ, 1994. - С. 56.

11. Патент 1811570 СССР, МКИ¹ F 16 H 55/17. Зубчатое колесо с демпфирующим ободом и зубьями / А.М.Красильников, В.М.Сидорин, Ю.А.Шаед, С.Л.Кузьмис, Г.В.Кострова, А.В.Коноплев, И.В.Михайлов. - N 4818404/28. Оpubл. 23.04.93. Бюл. N 15.

12. Патент [положительное решение по заявке N 5023474/29/0590631] (Российская Федерация). Поршень / А.М.Красильников, В.М.Сидорин, В.С.Михальченко, Г.В.Кострова, А.В.Коноплев, Н.А.Гернер. o

Кострова Галина Викторовна. Управление процессами уплотнения песчаных литейных форм.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 - литейное производство, Киевский политехнический институт, Киев, 1995.

На основе многоцелевой двухкомпонентной схмотехнической модели уплотнения анизотропных вязко-пластичных сред типа песчаных литейных формовочных смесей создана система управления формообразованием, позволяющая проектировать литые детали, поддерживать и разрабатывать новые технологические процессы. Выделены основные средства управления и установлены их оптимальные значения. Определены эффективные значения реологических и теплофизических характеристик песчано-смоляных смесей. Разработаны оптимальные конструкции сложнопрофильных отливок и литейных форм для их изготовления.

Система управления испытана и принята к внедрению на одесском заводе "Краян" с ожидаемым годовым экономическим эффектом - 135,8 тыс. руб. в ценах 1991 года.

Kostrova Galina. Control of sand foundry form condensing processes.

The dissertation submitted for the degree of Doctor of Philosophy in the speciality 05.16.04 - Casting Engineering, Kiev Polytechnical Institute; Kiev, 1995.

On the bases of universal double-component schematic model of anisotropic toughness-plastic media of sand foundry molding mixtures condensing a system of forming control is carried out allowing to design a part foundry; to support and work out new technological processes. Basic means of control are singled out and their optimal values are set. Optimal construction of complex-profile moldings are worked out for their production.

The control system has been tested and is in operation at Odessa plant "Kravan" with an expected annual economic benefit - 135,8 thousand of rubles in 1991 rates.

Ключові слова: формоутворення, ущільнення сумішів, якість відливок, схмотехнічна модель, АСУП.

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

Подп. и печати 30.01.95г. Формат 60x84 1/167
Об"ем 0,7уч.изд.л. 1,0п.л. Заказ №64/3.Тираж 100экз.
Гортипография Одесского управления по печати, цех №3.
Ленина 49.

456710

Ab 31.897

AB 31.897