

УДК 614.8

**ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ГРУП СКЛАДНИХ  
ВИДІВ ДЕФЕКТІВ ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА ДЛЯ  
ОПЕРАТИВНОГО ВИЯВЛЕННЯ ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ І  
ВИЗНАЧЕННЯ СПОСОБІВ ЇХ ЛІКВІДАЦІЇ**

Мацулевич О.Є., к.т.н., <https://orcid.org/0000-0001-5553-709X>  
Щербина В.М., к.т.н., <https://orcid.org/0000-0002-0616-8010>  
Чаплінській А.П., ст. викл. <https://orcid.org/0000-0001-9213-5452>

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

e-mail: [oleksandr.matsulevych@tsatu.edu.ua](mailto:oleksandr.matsulevych@tsatu.edu.ua)

**Анотація.** – метою даної роботи є розробка тривимірної моделі ливарної форми для лиття під тиском з вдосконаленими вентиляційними каналами і ливникової системою для зниження пористості виливки.

Для наочного представлення результатів роботи вирішені наступні завдання:

- розроблено комп'ютерну тривимірну модель моделі деталі «Корпус крана» в САД системі Power Shape;
- розроблено геометричну форму вентиляційного каналу літникової форми за допомогою САД системи Power Shape;
- розроблено ливарну форму із застосуванням модуля програми Power Shape.

**Ключові слова** – тривимірна модель, ливарна форма, САД система Power Shape, програмний модуль Toolmaker, літникова система, вентиляційний канал, еліптичний перетин, турбулентний рух потоку.

*Постановка проблеми.* В даний час в якості заготовок для різних деталей використовують метод лиття під тиском, так як він є прогресивним і широко поширеним способом отримання точних виливків з якісної поверхнею. Однак цей процес не забезпечує гарантовану герметичність деталей, отриманих за допомогою ливарних операцій. Пневмоапаратура, що працює під тиском стисненого повітря до 1МПа через підвищену газо-усадочну

пористість виливків не в змозі забезпечити якість робочих поверхонь ливарних виробів. Існуючі методи герметизації різними герметиками і просочення у вакуумі не дають можливість отримувати герметичні роз'ємні з'єднання без дефектів [1,2].

*Аналіз попередніх досліджень та публікацій.*

Зовнішній вигляд дефекту несе дуже кошовну інформацію про природу його виникнення і дозволяє з достатньою точністю вивести на потрібний напрямок при визначенні причин виникнення браку (рис.1).

Однак, на жаль, сучасний процес аналізу причин виникнення ливарних дефектів та розробка засобів їх ліквідації оснований виключно на досвіді провідних фахівців ливарного виробництва, більшість з яких вже передпенсійного віку, а у «молодих» фахівців – бракує професійного досвіду. Тому, на наш погляд, вкрай необхідна систематизація знань, навичок та наробок провідних фахівців для аналізу причин виникнення дефектів при отриманні виливків корпусних (і не тільки) деталей з чавуну та сталі.

Результати системного аналізу підвищення якості литва вже почали входити в практику ливарних цехів провідних підприємств, як *ООО «ПК «Новочеркасский электровозостроительный», ОАО «Пензадизельмаш», ОАО «Коломенский тепловозостроительный», ОАО «Метровагонмаш», ОАО «Тверской вагоностроительный», ЗАО УК «Брянский машиностроительный», ООО «ПК «Бежецкий сталелитейный»* та ін. Але, серед виробничих підприємств, які починають систематизувати та аналізувати причини виникнення дефектів лиття та способи їх ліквідації, у доступних інформаційних джерелах не було знайдено жодного підприємства України [3,5,6].

*Формулювання цілей статті.*

З огляду на вищезазначене, виникає необхідність створення інформаційної системи, основаної на системному аналізі груп складних видів дефектів, для оперативного виявлення причин виникнення і визначення способів їх ліквідації для конкретних підприємств м. Мелітополь з оглядом на можливість використання даних досліджень на провідних підприємствах України, що обґрунтовує актуальність пропонованих досліджень.

*Основна частина.*

Для вирішення завдання по розробці деталі «Корпус крана» скористуємось САД системою Power Shape. Сама модель була спроектована з поверхонь за допомогою операцій витягування, обертання, заокруглення і ін. (Рис.2., А, б). Так як можливості

PowerShape перевершують інші програмні продукти в створенні поверхонь то з її допомогою (рис.2., в, г) вдалося отримати найбільш оптимальну форму як вент каналу так літникової системи, що є оптимальним в поєднанні з наявністю в самій програмі модуля Toolmaker (рис.3.) для розробки ливарних форм.

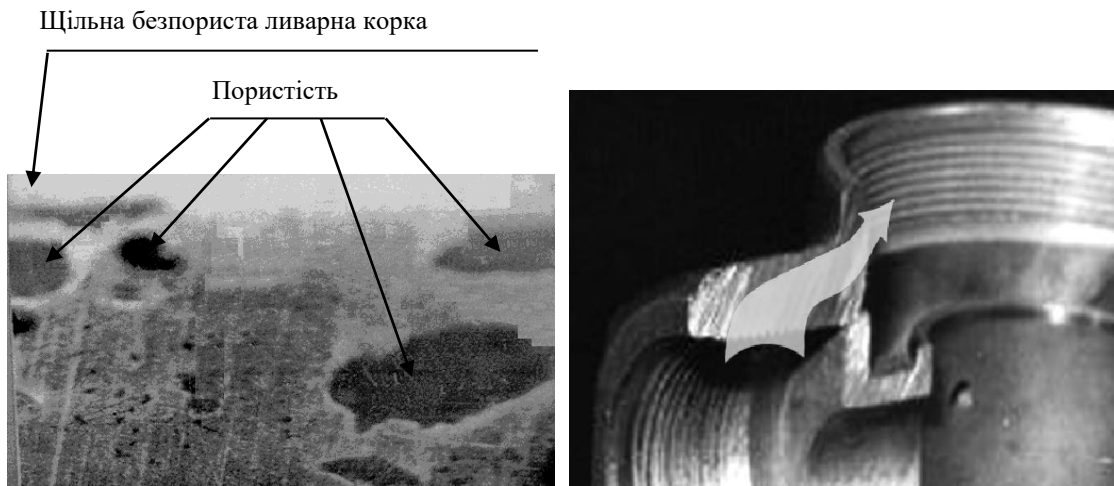
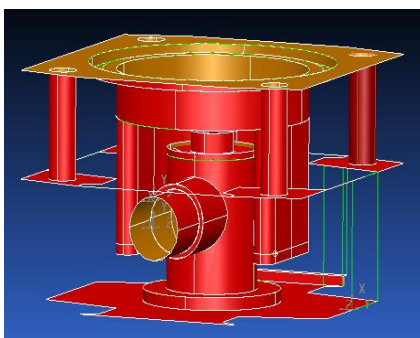
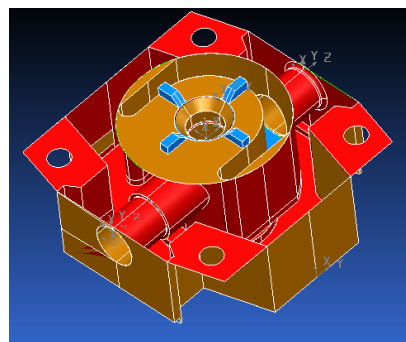


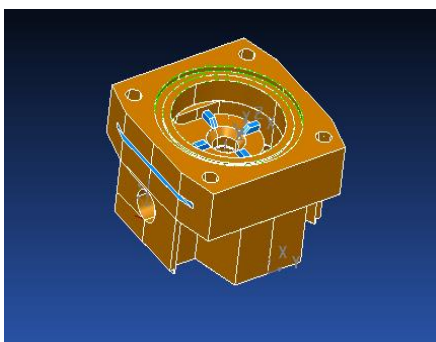
Рис.1. Структура виливку в перетині



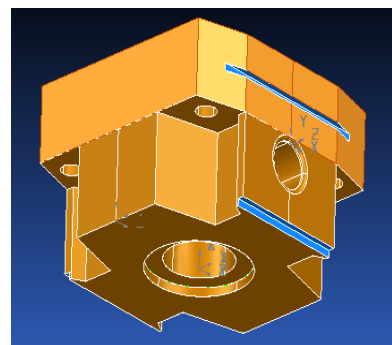
а)



б)



в)



г)

Рис.2. Розроблена модель деталі «Корпус крана»

За допомогою програмного модуля Toolmaker розроблено ливарну форму рис.4.

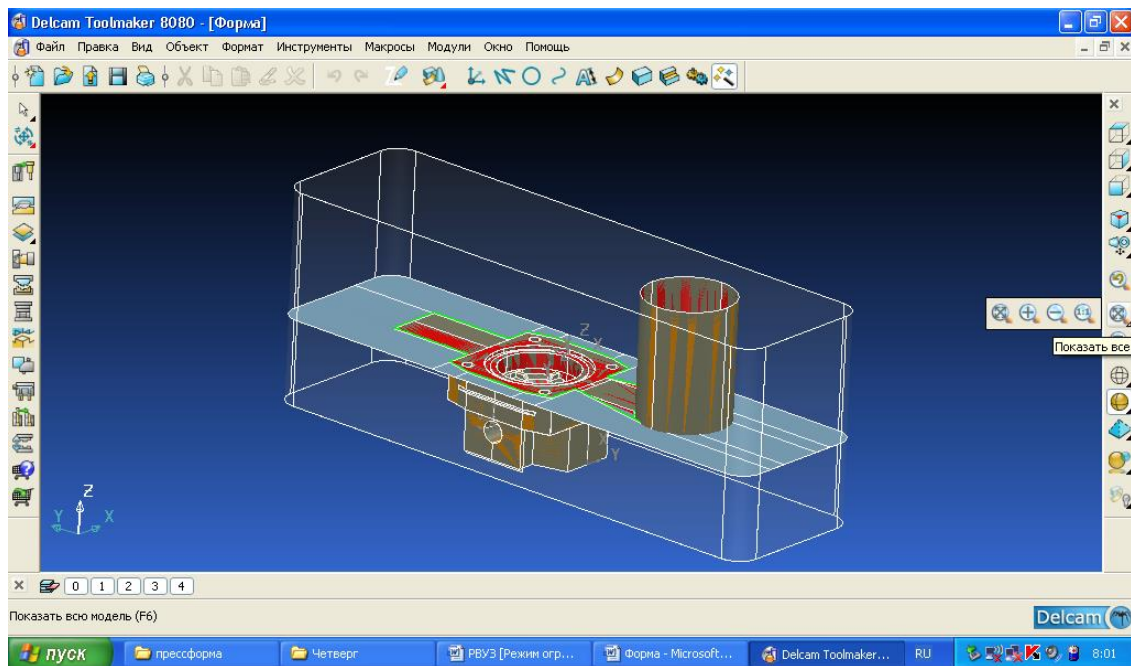


Рис.3.Процес проектування ливарної форми.

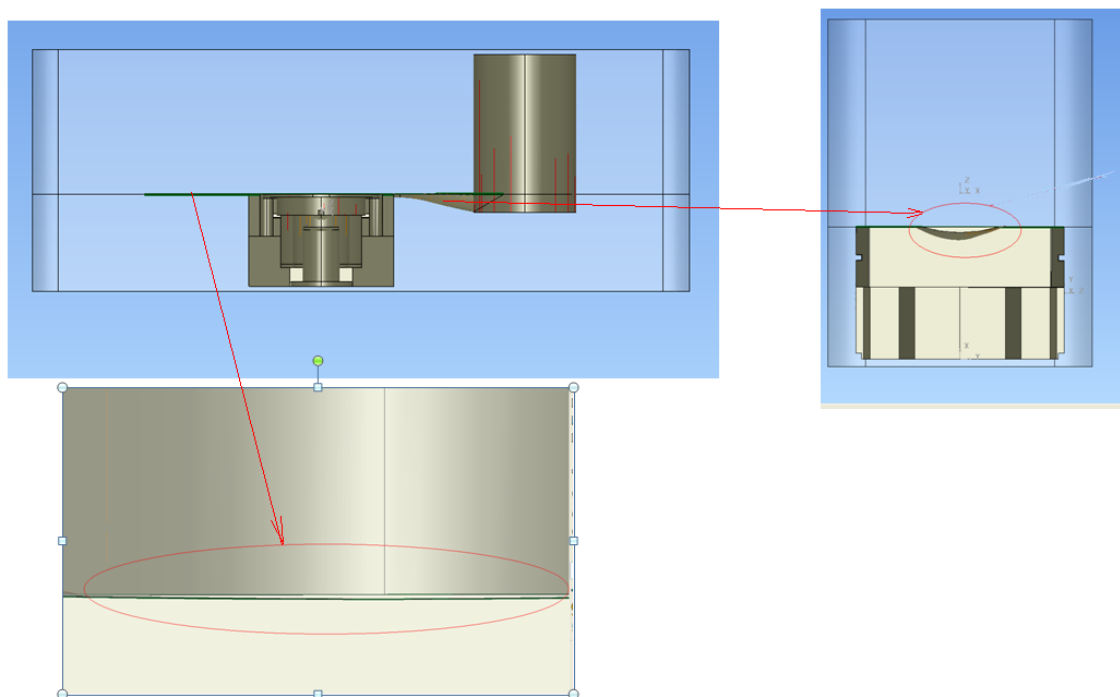


Рис.4. Ливарна форма, отримана за допомогою модуля Toolmaker програми PowerShape

в якій врахували вплив аеродинамічних і гідравлічних законів таких як вплив критерію числа Рейнольдса і вплив форми на виникнення турбулентного руху потоку в вентиляційних і ливникових каналах а також вплив гідравлічного діаметра. З [1] можна розрахувати гідравлічний діаметр отвору літникової системи для будь-якого перетину:

$$D_g = \frac{4F}{P}$$

Площа й периметр еліптичного перетину визначається за формулами [1]:

$$\begin{aligned}F_3 &= \pi a_1 b_1 = 3,1416 * 0,075 * 10 = 2,355 \text{мм}^2 \\2P_3 &= 3,1416 \sqrt{2(a_1^2 + b_1^2)} = 3,1416 \sqrt{2(0,075^2 + 10^2)} = 44,43 \text{мм} \\P_3 &= 22,215 \text{мм}\end{aligned}$$

Тоді:

$$D_{g_3} = \frac{4F_3}{P_3} = \frac{4 * 2,355}{22,215} = 0,424 \text{мм}$$

Площа й периметр прямокутного перетину знаходяться за формулами:

$$\begin{aligned}F_n &= ab = 0,15 * 20 = 3 \text{мм}^2 \\P_n &= 2(a + b) = 2(0,15 + 20) = 40,30 \text{мм}\end{aligned}$$

Тоді:

$$D_{g_n} = \frac{4F_n}{P_n} = \frac{4 * 3}{40,30} = 0,298 \text{мм}$$

Т.к.  $D_{g_3} > D_{g_n}$ , то й витрати повітря для еліптичного перетину будуть більшими, ніж для прямокутного [4,5,6]:  $Q_3 > Q_n$

#### *Висновки*

В роботі запропоновано методику створення тривимірної моделі типу «Корпус крана» в системі Power Shape, розроблено форму

вентиляційного каналу і літникової системи ливарної форми з урахуванням аеродинамічних і гідравлічних законів з використанням системи Power Shape та запропоновано ливарну форму з застосуванням модуля Toolmaker програми Power Shape.

Це дозволило значно скоротити термін проектування ливарного оснащення та, завдяки застосуванню сучасних комп'ютерних технологій, розробити інформаційну систему аналізу груп складних видів дефектів ливарного виробництва для оперативного виявлення причин виникнення і визначення способів їх ліквідації.

#### Література:

1. *Идельчик И.Е.* Справочник по гидравлическим сопротивлениям /Под.ред. М.О.Штейнберга-М:1992-672с.
2. *Васькин В.В., Кропоткин В.В., Голод В.М.* Численное моделирование процесса формирования чугуновых отливок на основе трехмерной геометрической модели //Литейное производство. 1991. - № 10. -С. 2 -4.
3. *Воронин Ю.Ф., Камаев В.А.* Атлас литейных дефектов. Чёрные сплавы. //Монография. М.: Машиностроение - 1, 2005, - 328с.
4. *Воронин Ю.Ф.* Матричный метод определения причин возникновения дефекта // Оборудование. Технический альманах. ноябрь 2005. - № 4. -С. 76-81.
5. *Холодняк Ю.В., Гавриленко Є.А.* Метод моделювання поверхонь складних технічних виробів //Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: матеріали міжнародного науково-практичного форуму (21-22 червня 2019 р.) Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2019. Ч. 2. С. 111-113.
6. *Гавриленко Е.А., Найдыш А.В., Холодняк Ю.В.* Технология компьютерного проектирования функциональных поверхностей технических изделий на основе массива точек // Строительство. Материаловедение. Машиностроение: сб. науч. трудов / Приднепров. гос. акад. стр-ва и архитектуры Под общ. ред. д.т.н., проф. В.И. Большакова. – Днепр, 2016. - Вып. 94. – С. 24-29. - (Компьютерные системы и информационные технологии в образовании, науке и управлении).

**ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА ГРУПП  
СЛОЖНЫХ ВИДОВ ДЕФЕКТОВ ЛИТЕЙНОГО  
ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ВЫЯВЛЕНИЯ  
ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ  
СПОСОБОВ ИХ ЛИКВИДАЦИИ**

Мацулевич А.Е., Щербина В.М., Чаплинский А.П.

*Аннотация.*

Целью данной работы является разработка трехмерной модели литейной формы для литья под давлением с усовершенствованными вентиляционными каналами и литниковой системой для снижения пористости отливки.

Для наглядного представления результатов работы решены следующие задачи:

- разработана компьютерная трехмерная модель детали «Корпус крана» в САД системе Power Shape;
- разработана геометрическая форма вентиляционного канала литейной формы с помощью САД системы Power Shape;
- разработана литейная форма с применением модуля программы Power Shape.

*Ключевые слова* - трехмерная модель, литейная форма, САД система Power Shape, программный модуль Toolmaker, литниковая система, вентиляционный канал, эллиптическое сечение, турбулентное движение потока.

**INFORMATION SYSTEM FOR ANALYSIS OF GROUPS OF  
DIFFICULT KINDS OF DEFECTS IN CASTING PRODUCTION  
FOR RAPID DETECTION OF THE CAUSES OF OCCURRENCE  
AND DETERMINATION  
WAYS OF THEIR ELIMINATION**

A.Matsulevich, V.Shcherbina, A.Chaplinsky

*Summary*

At present, a progressive and widespread injection molding method is used as blanks for various parts. However, this process does

not provide a guaranteed tightness of parts obtained by casting operations. Due to the increased gas-shrinkage porosity of the castings, the injection molding method is unable to ensure the quality of the working surfaces of the casting products. The existing methods of sealing with various sealants and impregnation in vacuum do not make it possible to obtain sealed detachable joints without defects.

The appearance of a defect carries very valuable information about the nature of its occurrence and allows you to bring it to the right direction with sufficient accuracy when determining the causes of a marriage.

The modern process of analyzing the causes of foundry defects and the development of means for their elimination is based solely on the experience of leading foundry specialists, most of whom are already of pre-retirement age, and «young» specialists lack professional experience. Therefore, it is extremely necessary to systematize the knowledge, skills and developments of leading specialists to analyze the causes of defects in the production of castings of body (and not only) parts made of cast iron and steel.

The aim of this work is to develop a three-dimensional model of a casting mold for injection molding with improved ventilation channels and a gating system to reduce the porosity of the casting.

For a visual presentation of the results of the work, the following tasks were solved:

- a computer three-dimensional model of the «Crane body» part was developed in the Power Shape CAD system;
- the geometric shape of the casting mold ventilation duct has been developed using the Power Shape CAD system;
- a casting mold was developed using the Power Shape program module.

*Key words* - 3D model, casting mold, Power Shape CAD system, Toolmaker software module, gating system, ventilation duct, elliptical section, turbulent flow.