

**М. І. Тарасевич, О. Й. Шинський, І. В. Корнієць, І. А. Шалевська, О. І. Рибіцький,  
М. М. Дьяченко**

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, Київ

E-mail: [ivk@ptima.kiev.ua](mailto:ivk@ptima.kiev.ua)

## **ВПЛИВ МАСОВОГО СПІВВІДНОШЕННЯ АРМУЮЧОЇ ФАЗИ ТА МАТРИЧНОГО СПЛАВУ НА ФОРМУВАННЯ АРМОВАНОГО ВИЛИВКА**

В сучасних умовах потреба у виливках з високими функціональними властивостями виникає в залежності від вимог експлуатації машин та механізмів. Одним із ефективних методів одержання матеріалів зі спеціальними функціональними властивостями є армування сплавів необхідними компонентами у рідкофазному стані.

Для досягнення досконалих результатів щодо суміщення компонентів армованих систем необхідно чітко розуміння технологічних основ такого суміщення, в першу чергу, з точки зору утворення макрогетерогенних структур, виникнення простого зв'язку між різними елементами системи і, як наслідок, виникнення процесу фізико-хімічної взаємодії на межах їх контакту. З'єднання армуючих елементів з матричним розплавом здійснюється під дією конвекційних і циркуляційних потоків, які виникають в рідкому металі в процесі заповнення ливарної форми. Важливою технологічною проблемою при поєднанні компонентів армованої системи є утворення надійного зв'язку на межі "армуючий елемент – матричний сплав" [1]. Найбільш придатною для виготовлення армованих виливків є технологія лиття за моделями, що газифікуються.

В залежності від масового співвідношення армуючого елемента та матричного металу маємо різні умови формування виливка і, як наслідок, різні структурні складові виливка, його фізичні та службові властивості [2].

Виходячи з вище зазначеного в даній роботі досліджена зміна теплового стану армованого виливка, який одержують в піщано-глинистій формі, в залежності від масового співвідношення армуючих елементів та матричного розплаву. Досліди проводились із використанням методів математичного та комп'ютерного моделювання [3].

В якості об'єкта дослідження обрано циліндричний виливок діаметром 100 мм та висотою 200 мм, армований металевими елементами діаметром від 2 мм до 10 мм та висотою 200 мм. Загальний вигляд виливка представлено на рис.1, а [4]. Масове співвідношення армуючих елементів до матричного сплаву змінювали від 10 % до

50 %. Температура металу, що заливали (сталь 35), становила 1600 °С, армуючих елементів (сталь 20) – 20 °С.

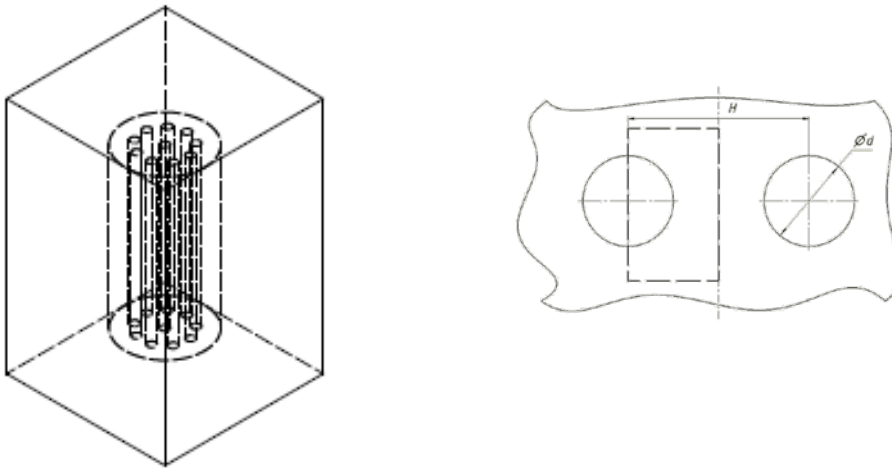


Рис.1 – Загальний вигляд армованого виливка у формі (а) та схема представницького об'єму (б).

Дослідження проводили для представницького об'єму армованого виливка – мінімальної частини об'єму гетерогенного тіла, багаторазовим повторенням якого можна реконструювати тіло в цілому. Причому, представницький об'єм вміщує ту ж частку армуючого елемента, що і весь виливок. Об'ємну частку армуючих елементів визначали із співвідношення :

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4 \cdot H^2},$$

де  $d$  – діаметр армуючого елемента,  $H$  – шаг армування (відстань між центрами сусідніх армуючих елементів).

На рис.1 (б) представлено схему представницького об'єму. В силу симетрії щодо вертикальної осі при моделюванні розглядали  $\frac{1}{2}$  частину об'єму (пунктирна лінія).

Методом обчислювального експерименту проведено оцінку теплового стану досліджуваного виливка при зміні об'ємного співвідношення основного металу та армуючих елементів при зміні їх діаметру [4]. Розрахунки проводили в центральному перерізі виливка

При контакті перегрітого рідкого металу з армуючим елементом процес теплопередачі може відбуватися за кількома схемами в залежності від об'ємної частки армуючої фази та її діаметру:

- армуючий елемент повністю розплавляється в матричному металі та призводить до зниження часу зняття перегріву розплаву, що заливається;

- на поверхні армуючого елементу утворюється тверда кірка матричного металу, яка під дією теплоти перегріву розплавляється. Разогрів армуючого елементу призводить до повторного утворення твердої кірки і послідовному твердінню розплаву.

- на поверхні армуючого елементу утворюється стійка тверда кірка і твердіння іде послідовно до моменту зустрічі направлених фронтів.

Аналізуючи варіанти армування, що були розглянуті, встановлено залежність об'ємної частки армуючої фази від її діаметру ( $V = V(d)$ ) при зміні діаметру від 6 до 10 мм, що призводить до різного теплового стану виливка (рис.2). Область нижче кривої 1 – армуючий елемент внаслідок взаємодії з рідким металом повністю переходить у рідкий стан. Область між кривими 1 та 2 – поверхня армуючого елементу досягає температури солідус, що гарантує рідкофазне з'єднання з матричним сплавом. Область зміни параметрів вище кр. 2 - на армуючому елементі утворюється стійка тверда кірка, при цьому не будуть забезпечені умови для ефективного з'єднання армуючої та рідкої фази в процесі тверднення.

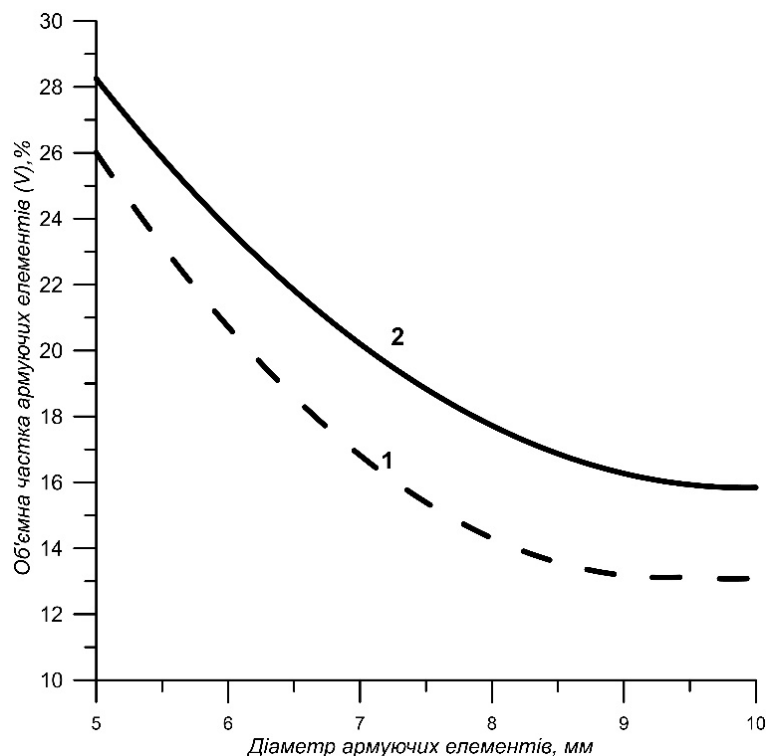


Рис.2 – Залежність об'ємної частки армуючої фази від її діаметру ( $V = V(d)$ ), що призводить до різного теплового стану виливка. 1 – границя «рідкий метал», 2 – границя «твердий метал».

Результати дослідження можуть бути використані при розробці технології одержання армованих виливків з оптимальним співвідношенням діаметру армуючих елементів та їх об'ємною часткою.

## Список літератури

1. Лысенко Т. В., Ясюков В. В., Прокопович И. В. Концепции управления формообразованием отливок: монография. Одесса: Экология. 2019. 272 с.
2. Shinsky I, Shalevska I., Musbah J. Efficiency of influence of a metal macroreinforcing phase on process of solidification of large-sized castings. *ТЕКА. Edition of Lublin University of technology*. 2015, V.15. N. 2. P. 51–59.
3. Тарасевич Н.И., Корниец И.В., Затуловский А. С. Моделирование процесса формирования литых композиционных материалов. *Процессы литья*. 1995. 4. С. 40–49.
4. Тарасевич М. І., Шинський О. Й., Шалевська І. А., Корнієць І. В. [Вплив масового співвідношення армуючого елемента та матричного сплаву на формування гетерогенного виливка.](https://doi.org/10.15407/plit2023.03.025) *Процеси литья*. 2023. № 3. С. 25-33. DOI: <https://doi.org/10.15407/plit2023.03.025>.

УДК 331.45

**N.Ye. Tverdokliebova, O.I Ponomarenko**

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

## **EXTINGUISHING FIRES AT METALLURGICAL AND MECHANICAL ENGINEERING ENTERPRISES**

In the conditions of advanced growth of machine building development, the issues of fire safety are especially acute [1].

Fires at metallurgical and mechanical engineering most often occur in basements of machine rooms, cable rooms, oil cellars, and on combustible surfaces [2].

A difficult situation is created in the event of a fire in the oil cellar. Spilled oil can burn, which can be continuously replenished when it flows out through flange connections, cracks and holes formed during an accident. As the fire spreads, deformation and destruction of the oil tanks is possible, which will lead to an even greater increase in the area of the fire.

In the case of fires at metallurgical enterprises, it is possible to: