

ВИКОРИСТАННЯ ПОХІДНИХ У РОЗВ'ЯЗАННІ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ МЕТАЛУРГІЇ

Софронов С. В.

студент гр. МЕ-25-1ф

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

м. Запоріжжя, Україна

Щенсевич О. В.

викладач вищої кваліфікаційної категорії, науковий керівник

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

м. Запоріжжя, Україна

У металургійному виробництві технологічні процеси змінюються в часі, тому їхнє дослідження спирається на аналіз похідних. Під час безперервного лиття сталі, прокатування, кування та охолодження металу важливо не тільки знати кількісні характеристики, а й оцінювати швидкість та характер їх зміни. Похідна є базовим інструментом для визначення швидкості витягування зливка, темпу теплових змін і швидкості деформації, що безпосередньо впливає на формування структури та якість готового металу.

Положення зливка при безперервному литті залежить від часу та описується функцією $s(t)$. Будь-які нерівномірності руху спричиняють порушення фронту кристалізації, появу усадочних раковин і тріщин. Для контролю руху використовують першу похідну $s'(t)$, що визначає швидкість витягування, і другу похідну $s''(t)$, яка показує характер зміни швидкості та дозволяє виявляти моменти нестабільності. Таким чином, аналіз похідних забезпечує рівномірність витягування зливка й стійкість роботи машини безперервного лиття.

У контролі температури важливо відстежувати швидкість зміни теплового режиму металу. Часова похідна температури dT/dt дозволяє визначити, чи не відбувається охолодження надто швидко або повільно. Обидві крайнощі призводять до дефектів структури. Стабільний тепловий режим – необхідна умова однорідного тверднення й правильного формування зернової будови.

У процесах пластичної обробки функція деформації $\varepsilon(t)$ описує зміну форми металу під дією навантажень. Похідна $\varepsilon'(t)$ визначає швидкість деформації. Надмірно великі значення цієї величини свідчать про можливе утворення мікротріщин або локальних напружень у металі. Аналіз похідних дозволяє встановлювати безпечні діапазони швидкостей і підбирати режими деформації, що забезпечують рівномірність структури.

Практичне застосування можна продемонструвати на математичній моделі руху зливка, де його положення задано функцією

$$s(t) = 0,4t^2 + 1,2t.$$

Похідні мають вигляд:

$$s'(t) = 0,8t + 1,2, \quad s''(t) = 0,8.$$

При $t = 5$ швидкість витягування становить:

$$v(5) = 5,2 \text{ м/с.}$$

скільки прискорення додатне й не змінюється, швидкість зливка зростає рівномірно. Це відображено на графіку (рис. 1), де видно параболічне зростання траєкторії положення зливка, лінійний

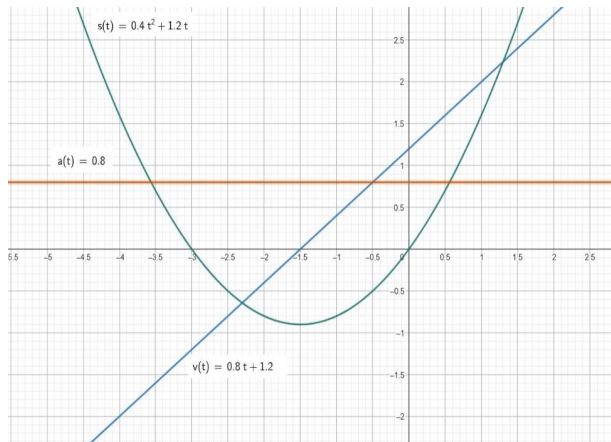


Рис. 1. Параболічна траєкторія $s(t)$, лінійна швидкість $s'(t)$ та стає прискорення $s''(t)$ у моделі руху зливка

характер швидкості та сталу прискореність. Наведена модель демонструє, що аналіз похідних є ефективним засобом оцінювання динаміки технологічного процесу.

Таким чином, використання похідних у металургійних процесах забезпечує математичну точність оцінювання процесів лиття, охолодження та деформації. Диференційний аналіз дозволяє виявляти відхилення, стабілізувати роботу агрегатів і зменшувати кількість дефектів металопродукції.

Перелік використаних джерел

1. Alizadeh, Mehdi & Edris, Hossein & Shafyei, Ali. (2006). Mathematical Modeling of Heat Transfer for Steel Continuous Casting Process. *International Journal of ISSI*, 3.
2. Mihailov, Emil & Petkov, Venko. (2010). Cooling Parameters and Heat Quantity of the Metal During Continuous Casting of Blooms. *International Review of Mechanical Engineering*, 4, 176–184.
3. Kholiavik O., Nogovitsyn, O., Kravchuk, O., Samoilenko, O., & Boris, R. (2021). Rheological characteristics of steel in continuous roll casting-rolling. *Mechanics and Advanced Technologies*, 5 (3), 381–387. DOI: <https://doi.org/10.20535/2521-1943.2021.5.3.250182>.