

## ПРОЦЕС РЕГУЛЮВАННЯ І РЕЄСТРАЦІЇ СИРОВИНИ НА ВИРОБНИЦТВІ МЕТИЗНИХ ВИРОБІВ

**Бородін К. О.**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14

E-mail: kostiantyn.borodin@nure.ua

**Анотація:** У роботі розглядається процес регулювання і реєстрації сировини на виробництві метизних виробів. Розглянуто схему процесу безперервного розливу металу та схему подачі стали з ПК через трьохплітний шибєрний затвор. В результаті, виявлено, що реєстрація сировини є важливим етапом на шляху до підвищення якості заготовки бо дозволяє знизити втрати металу зі шлаком за рахунок раннього розпізнавання шлаку; підвищити ресурс «затвора сталь-ковша» за рахунок зниження інтенсивності керуючих впливів, підвищити точність стабілізації рівня в ПК, поліпшити умови роботи контурів регулювання рівнів в кристалізаторах.

**Ключові слова:** процес, безперервний, розлив, метал, ковш.

## THE PROCESS OF REGULATION AND RESTORATION OF SYROVIN ON VIROBNITSTVI METAL VIROBIV

**K. Borodin**

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: kostiantyn.borodin@nure.ua

**Abstract:** The paper considers process of regulation and registration of raw materials in production of hardware. The scheme of continuous casting metal process and scheme of steel supply from PC through a three-plate gate valve are considered. As a result, registration of raw materials is an important step towards improving quality of workpiece because it reduces metal losses with slag due to early detection of slag, increase life of "steel-bucket shutter" by reducing intensity of control effects, increase stabilization accuracy level in PC, to improve operating conditions of levels control circuits in molds.

**Key words:** process, continuous, bottling, metal, ladle.

Останнім часом різко розвивається ринок метизних виробів (МТЗ) – перспективний вид продукції для машинобудування, мостобудування, монтажу металевих конструкцій.

МТЗ виготовляються за кількома технологіями. Одні способи використовуються для масового випуску виробів з мінімальними втратами матеріалу (близько 5-7 %) і повною автоматизацією виробничого процесу. При виготовленні застосовується спеціальне програмне забезпечення для швидкого виконання всіх завдань.

Інші методи виробництва МТЗ засновані на використанні послідовних операцій, що виконуються на фрезерних і токарних верстатах. Вони відрізняються низькою продуктивністю, високою трудомісткістю і підвищеною витратою металу, що досягає в деяких випадках 40-60 % від маси заготовки.

Однак існує безліч різновидів морально застарілого обладнання, яке потребує ремонту, тому виготовлення кріпильних виробів механічними способами залишається затребуваним. В основному за такими технологіями виробляються невеликі партії болтів, гайок і плоских шайб.

Метод холодного штампування (МХШ) – метод який застосовується майже для всіх МТЗ.

До основної технології виготовлення заготовок для МТЗ відноситься технологія безперервного розливу металу. Опишемо технологічний процес (ТП):

– сталь надходить в проміжний ківш 4, попередньо нагрітий до температури 1100 – 1150 °С, проміжний ківш заповнюють рідким металом до проектного рівня 700 мм [1-5];

– в проміжному ковші відкривають стопор цього ковша і через занурюючу склянку починається заповнення рідким металом кристалізатора, що охолоджується водою, в якому відбувається початкове формування заготовки (сляба);

– включають механізм хитання кристалізатора і з кристалізатора метал через підтримуючу систему надходить в роликову зону радіальної ділянки зони вторинного охолодження, яка утримує кірку в повному обсязі затверділої заготовки від роздуття феростатичним тиском, забезпечує її переміщення і подальше охолодження водою з форсунок.

Розливання розплаву – це важливий процес та майже головний при формоутворенні заготовок МТЗ.

Відхилення від оптимального режиму розливання, що викликаються різними факторами, можуть призводити до зменшення продуктивності, погіршення якості металу і виникнення аварійних ситуацій [1]. До таких факторів відносяться:

– температурні режими впливають, як на технологію лиття, так і на якість одержуваної заготовки;

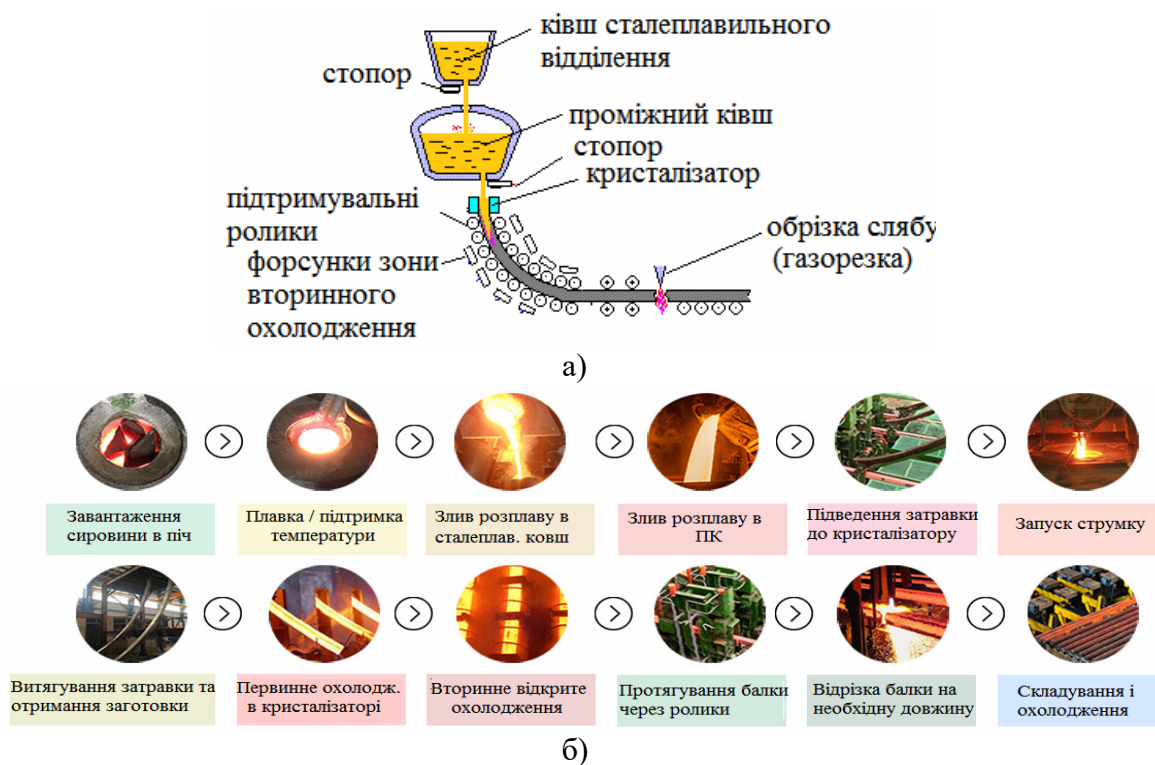
– геометричні параметри кристалізатора (КР);

– рівень рідкого металу (сировини);

– швидкість розливу металу;

– витрати води в секціях зони вторинного охолодження для рівномірного відводу тепла з слябу, що також необхідно для отримання хорошої якості металу.

Рівень металу (сировини) в проміжному ковші / промковші (ПК) (рис. 1, а, б) стабілізується комплектом апаратури, наприклад, що складається з тензометричних датчиків маси і регулюючого пристрою, керуючого приводом, наприклад, стопора-моноблока ковша [1].



а) схематичне зображення елементів, що задіяні в безперервному виливанні;

б) ТП безперервного виливання

Рисунок 1 – Загальна схема процесу безперервного розливу металу

Рівень металу (сировини) в проміжному ковші регулюється опосередковано шляхом стабілізації його маси. Тоді регулюючий пристрій працює по двохпозиційному закону регулювання.

Застосування стопора-моноблока для регулювання сировини має наступні переваги:

- хороша сумісність з системами автоматичної підтримки рівня металу в кристалізаторі;
- можливість оперативної зміни витрати металу.

Таким чином, розрізняють три основні методи дозування сировини (металу) [2]:

- вільне витікання металу з ПК при суворій регламентації діаметра отвору склянки-дозатора (швидкість розливання при цьому регулюється за рахунок висоти наливу металу в ПК);
- застосування стопора-моноблока, який може переміщатися щодо склянки-дозатора і змінювати тим самим витрати металу в широких межах;
- застосування трохплітного шибєрного затвора, що встановлюється на днище ПК (вже розглянули вище).

Для забезпечення першого методу при розливанні застосовуються спеціальні склянки-дозатори (рис. 2), оснащені цирконовими вставками, що мають високу вогнетривку й ерозійну стійкість.

Внутрішня вставка такої склянки-дозатора виготовляється з дорогого діоксиду цирконію (вміст на рівні 95-97 %), а зовнішній стакан з цирконосіліката ( $ZrO_2 \cdot SiO_2$ ) з вмістом оксиду цирконію в межах 60-65 % та оксиду кремнію 30-35 %. Вони забезпечують тривале розливання без істотної зміни внутрішнього діаметра (до 15-20 годин) [2].

Висока точність підтримки оптимального рівня металу (сировини) в кристалізаторах – допустиме відхилення повинно не перевищувати  $\pm 5$  мм [3]. Для забезпечення постійних гідродинамічних умов дозування металу в кристалізатори необхідно стабілізувати рівень металу в ПК.



Рисунок 2 – Спеціальні склянки-дозатори

В даний час на ряді металургійних заводів світу замість стопора-моноблока в ПК застосовується трохплітний шибєрний затвор (рис. 3). Дозування сталі при цьому здійснюється за рахунок переміщення середньої плити [2].

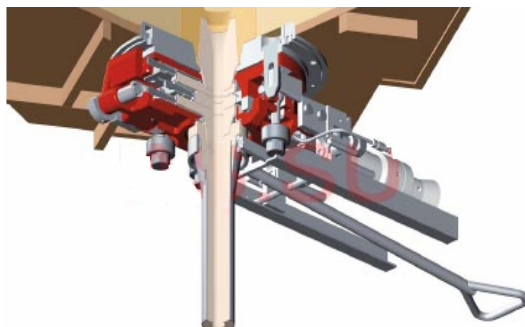


Рисунок 3 – Схема подачі сталі з ПК через трохплітний шибєрний затвор

В цілому, трохплітний шибєрний затвор може при певних умовах забезпечити розливання серіями 8-10 плавок, що, тим не менш, помітно поступається показникам, які досягаються при використанні стопорів-моноблоків (15-25 плавок).

Також застосування шибєрних затворів певною мірою змінює умови розливання, що може впливати як на сам процес лиття, так і на якість безперервнолитої заготовки. Особливо це відноситься до процесу старту лиття і регулювання витрати металу в ході розливання [2].

У порівнянні з розливанням зі стопором розливання з ПК через трьохплітний шибєрний затвор має наступні досить серйозні функціонально-технічні недоліки [2]:

- при зміщенні шибєрної плити можливе утворення «мертвих» зон, в яких відбувається намерзання крапель металу і відкладення неметалічних включень, що може істотно впливати на точність дозування металу;

- регулювання витрат металу при використанні шибєрного затвора здійснюється за рахунок зміни положення середньої плити, а в ході такого дроселювання відбувається руйнування компактної геометричної форми струменя, його розбризкування і руйнування вогнетривів, що входять в контакт зі струменем;

- при розливання сталі через трьохплітний шибєрний затвор в силу інерційності приводу «загрубляється» система автоматичної підтримки рівня металу в кристалізаторі, що призводить до великих робочих амплітудних значень і, можливо, до зниження якості поверхні.

Якщо рівень металу (сировини) в сталеплавильному ковші (сталь-ковші) та ПК перед стопором регулювати заслінками / затворами, які працюють в умовах дуже значних температурних і механічних навантажень, то для підвищення їх довговічності слід вживати заходи щодо обмеження частоти та інтенсивності зміни керуючих впливів на їх привід. Так як саме під час переміщення затвора зростає небезпека його пошкодження.

На поверхні розплавленого металу в сталь-ковша знаходиться шар шлаку завтовшки 0,22 – 0,25 м (рис. 4) [4], який захищає метал від окислення.

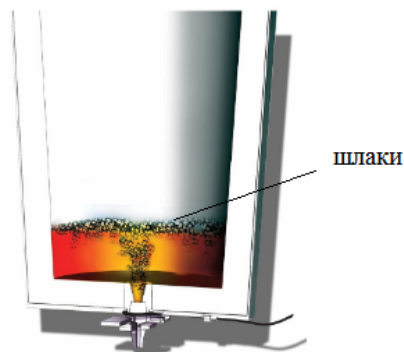


Рисунок 4 – В сталь-ковші знаходиться шар шлаку

Випуск шлаку з сталь-ковша вкрай не бажаний, тому що шлак, який потрапив в ПК, може в подальшому вступити в кристалізатори, що призводить до дефекту в заготовках.

У той же час, занадто раннє припинення розливання призводить до того, що досить велика кількість якісного металу разом зі шлаком йде у відвал [3].

Шлак – спливаючі неметалічні включення, які захищають метал від окислення.

Таким чином, при управлінні випуском металу з сталь-ковша необхідно виникають завдання [4]:

- підтримувати заданий рівень в ПК, не допускаючи невинновдано частих й інтенсивних впливів на привід затвора;

- не допускати попадання шлаку з сталь-ковша в ПК, своєчасно зупиняючи розливання;

- не допускати занадто раннього припинення розливання металу.

Для вирішення всіх зазначених вище завдань необхідна реєстрація сировини (поточні значення рівнів металу в сталь-ковші і ПК), яка повинна бути достовірною та своєчасною.

В даний час оцінку рівнів металу (сировини) здійснюють, як правило, ваговим способом [3].

Для цього стальковш і ПК розташовуються на вагах, за показами яких проводиться перерахунок ваги в рівень. При цьому істотний вплив на точність оцінки рівнів надають похибки ваг.

На початковому етапі розливання, коли ковші заповнені металом, похибка зважування складає близько 0,5 % від ваги бруто. Однак, у міру зменшення рівня, а, отже, і маси металу, похибка у зважуванні збільшується.

В результаті, рівень металу регулюється опосередковано шляхом стабілізації його маси, який забезпечується заслінкою / затвором, що залежить від переміщення штока електродотримача (точність та швидкість).

Отже, реєстрації сировини є важливим етапом на шляху до підвищення якості заготовки бо дозволяє:

- знизити втрати металу зі шлаком за рахунок раннього розпізнавання шлаку;
- підвищити ресурс «затвора сталь-ковша» за рахунок зниження інтенсивності керуючих впливів;
- підвищити точність стабілізації рівня в ПК;
- поліпшити умови роботи контурів регулювання рівнів в кристалізаторах.

В наслідок аналізу всіх методів дозування сировини (металу) виявлено, що всі вони при переливу матеріалу з ПК в кристалізатор в даний час широко застосовуються на металургійних заводах і відповідають вимогам надійності, безпеки і сумісності з сучасними системами автоматизації, зокрема, з системою підтримки рівня металу в кристалізаторі.

Проведено аналіз особливостей виробництва метизних виробів результаті якого визначено, що одним з прогресивних і високопродуктивних технологій виготовлення МТЗ відноситься метод холодного штампування – методика дає можливість отримувати високі за якістю МТЗ з різними типорозмірами, а метод безперервного розливу безпосередньо впливає на якість отримання заготовки. Процес отримання заготовок для МТЗ – безперервного розливання сталі є складним процесом з розподіленими параметрами, тобто контури управління впливають один на одного. Зміна одного з регульованих параметрів призводить до зміни інших параметрів – перехресні зв'язки через об'єкт управління.

Надалі планується відобразити зв'язок параметрів, що будуть управлятися та реєструватися з отриманням дефектів заготовки / сляба, що дозволить вирішити задачу раціонального управління сировиною на виробництві метизів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Андросенко, М. В. Прогнозирование качества сортовых заготовок полученных способом непрерывного литья применением теории нечетких множеств [Текст] / М. В. Андросенко, И. Д. Кадошникова // Механическое оборудование металлургических заводов. – 2013. - № 2 (2). – С. 52-55.

2. Лукин, С. В. Исследование вторичного охлаждения в слябовой машине непрерывного литья заготовок [Текст] / С. В. Лукин, Д. В. Поселожный // Вестник Череповецкого государственного университета. - 2011. - № 1. – С. 86-90..

3. Производство стали [Электронный ресурс] / СПб. – Metall Space. - Режим доступа: <https://metalspace.ru/production-science/technology/steel-furnace/763-sovremennoe-sostoyanie-tekhnologii-nepreeryvnogo-litya.html>. 07.08.2011 г. - Загл. с экрана.

4. Шоломицкий, А.А. Контроль геометрических параметров машины непрерывного литья заготовок [Текст] / А.А. Шоломицкий, А. Л. Сотников, В. И. Адаменко. // Металлургические процессы и оборудование. – 2007. - № 3. – С. 27-30.

**Науковий керівник:** Сотник Світлана Вікторівна, к.т.н., доцент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки