

Управление дозированием расплава

Рассмотрены и проанализированы существующие методы дозирования металлических расплавов в устройствах заливки литейных форм, в том числе на автоматизированных комплексах литья под давлением. Определены преимущества и недостатки различных типов дозаторов. Предложен комбинированный метод дозирования расплава и описано оборудование и технологию, которые обеспечивают более точное измерение дозы металла, и улучшают технико-экономические показатели процесса.

Ключевые слова: литье под давлением, дозирование, расплав, автоматизация.

Введение. Автоматизация заливки форм расплавом повышает качество отливок, снижает брак и трудоемкость процесса, уменьшает массу пресс-остатка. Ключевая проблема автоматической заливки форм – дозирование расплава, а в некоторых случаях и регулирование скорости заливки. В промышленных масштабах используют различные способы и устройства дозирования расплава [1-4].

Подача расплава механическим способом производится роботизированным устройством в функции объема дозы. При этом налив металла проводится мерным ковшом. Глубина погружения мерного ковша в металл, находящийся в плавильной печи, определяется контактным датчиком по кругу: стержень из тугоплавкого материала (например, титана) – металл. При всей простоте реализации способ имеет недостаток, который определяется изменением глубины погружения мерного ковша в металл, вследствие намагничивания металла на стержень и образования настилов на ковше.

Известен целый ряд пневматических дозаторов. Общий принцип их работы заключается в том, что при подаче расплава под низким давлением сжатого воздуха или инертного газа, металл с герметичной емкости выдавливается давлением газообразной среды, вводимой через впускной клапан. Точность дозирования зависит от возможности обеспечения постоянного напора металла, так как в процессе налива меняется уровень расплава.

В промышленности применяют также устройства магнитодинамического дозирования расплава. В этих устройствах гидродинамическое сопротивление сливного канала контролируется по времени заполнения металлом его свободной части. Продолжительность заливки заданной порции металла определяется по формуле:

$$\tau_3 = m_3 \tau_b / m_b, \quad (1)$$

где τ_3 , τ_b – продолжительность заливки соответственно заданной порции металла и порции металла, эквивалентной свободному объему металлопровода, с; m_3 , m_b – масса соответственно заданной порции металла и порции металла, эквивалентной свободному объему сливного металлопровода, кг.

Продолжительность налива порции металла, эквивалентной свободному объему металлопровода, определяется таймером, который приводится в действие датчиком наличия металла на выходе сливного металлопровода и останавливается датчиком наличия металла на входе в пресс-камеру. Погрешности, связанные с зависимостью расходов в начале и конце слива металла от скорости увеличения давления, устраняются при подаче металла магнитодинамическим насосом (МДН), так как увеличение и уменьшение расходов, соответственно, в начале и в конце процесса, происходит практически мгновенно. Недостатком таких дозаторов является большой расход энергии при дозировке.

Приведенные в статье исследования проводили в Национальном техническом университете Украины «КПИ им. Игоря Сикорского» по теме «Система управления машины литья под давлением на основе нечеткой логики», Государственный регистрационный номер 0114U002566.

Постановка задачи. Целью исследований является повышение точности контроля и дозирования расплава путем рационального построения дозатора.

Результаты исследований. Авторами статьи предложен комбинированный дозатор, сочетающий преимущества пневматических и магнитодинамических устройств [5]. Он оснащен системой управления (рис. 1), которая функционирует следующим образом.

Напряжение от шины «Пуск» поступает на переключатель 26 регулятора 15 (внутренняя структура приведена на рис. 2) и фаз напряжения 19 (внутренняя структура приведена на рис. 4). Реле Р1 срабатывает, подключая клемму д переключателя 18 мощности (внутренняя структура приведена на рис. 3) к клемме ж, подавая максимальное напряжение на поднятие металла электромагнитом 10. Переключатель 26 подключает задатчик 24 к сумматору 27, к которому, кроме того, подключен измеритель 3 давления в трубопроводе 2 продувки. Величина давления, установленная на задатчике 24, соответствует значению для слива металла. Так как измеренная величина давления ниже заданной, нулевое напряжение со знакового выхода сумматора 27 инвертируется в схеме НИ 28 и поступает в схему И 29. Значение разницы величин, определенное в сумматоре 27, поступает

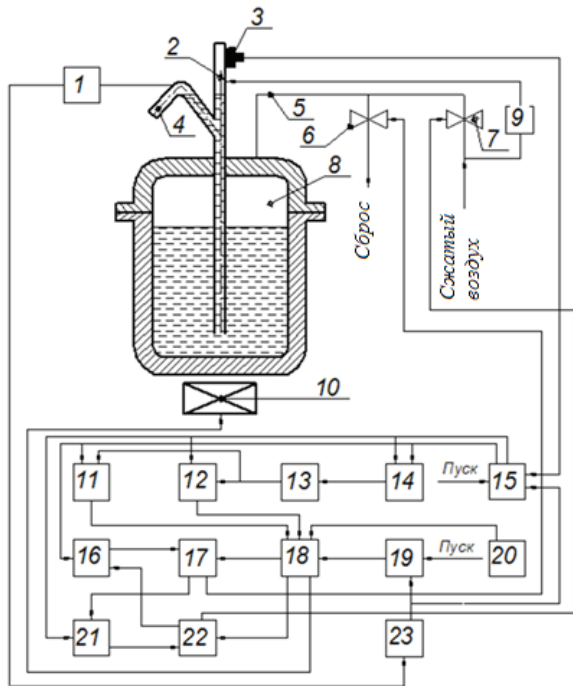


Рис. 1. Структурная схема комбинированного устройства для дозирования расплава

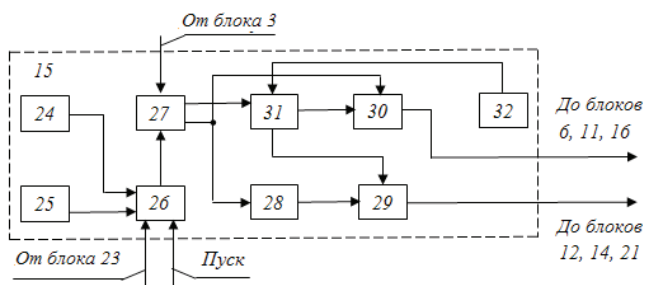


Рис. 2. Внутренняя структура регулятора давления в трубопроводе продувки

в сумматор И 31, в котором сравнивается с допустимым значением разницы поступающего с задатчика 32. При получении значения разницы, которое определяется в сумматоре 31 в допуске на знаковом выходе сумматора появляется нулевое напряжение, что закрывает схемы И 29 и 30, а при выходе из допуска – сигнал соответствует логической «1». Схема И 29 срабатывает, подавая это напряжение через схему И 21 на блок 22 ПАМЯТИ. Блок 22 ПАМЯТИ срабатывает, включая впускной клапан 7, который подает пневматическое давление в емкость 8 и блокирует включение схемы И 16.

Уровень металла повышается. Одновременно срабатывает схема И 12 по кругу: схема ИЛИ 14, реле 13 времени, подавая напряжение на катушку E1 для увеличения напряжения на поднятие металла электромагнитом 10. Положение переключателя реверсивного шагового поисковика не меняется, так как он установлен в положение максимального напряжения. Когда величина давления достигает значения, установленного задатчиком 24, схема И 29 закрывается, и при дальнейшем повышении давления срабатывает схема И 30, включая схему И 11. Схема И 11

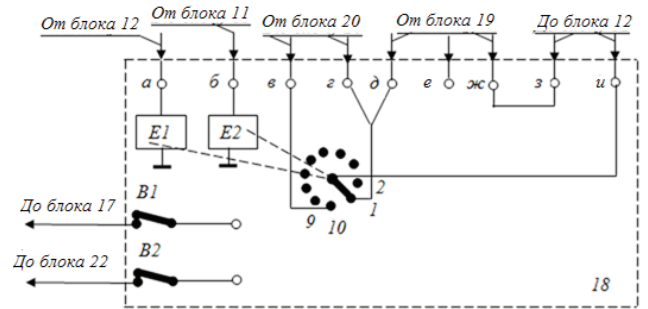


Рис. 3. Внутренняя структура переключателя мощности: E1, E2 – магнитные катушки; B1, B2 – контакты, 1, 2, ... 9, 10 – положение пошагового искателя

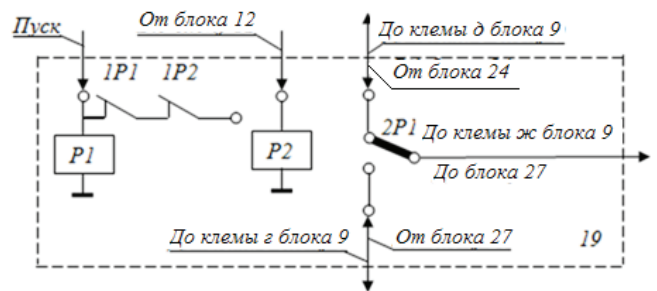


Рис. 4. Внутренняя структура переключателя фаз и режима работы: P1, P2 – реле; 1P1, 1P2, 2P1 – контакты

срабатывает, подавая напряжение на катушку E2 на снижение напряжения на поднятие металла электромагнитом 10.

Катушка срабатывает, переводя переключатель реверсивного пошагового искателя в положение 2, уменьшая напряжение на электромагнит. В дальнейшем цикл снижения напряжения продолжается. Для предотвращения попадания регулятора в режим автоколебаний два последовательных включения схем И 12 и И 11 проводятся через промежутки времени, превышающих постоянную времени канала. Промежутки времени устанавливаются реле 13 времени. При переводе переключателя реверсивного шагового поисковика в положение 10 отключается контакт B2, сбрасывая блок 22 ПАМЯТИ, который отключает впускной клапан 7.

При вытекании расплава давление в трубопроводе продувки падает и регулятор 15 давления включает впускной клапан 7. При достижении металлом сливного металловода 4, срабатывает датчик 1 наличия металла, включающий реле времени 23. Реле настроены на продолжительность, определяются дозой металла. По окончании времени реле 23 срабатывает, подавая напряжение на реле P2 переключателя фаз 19 напряжения и переключателя 26. Реле P2 срабатывает, отключает реле P1, которое контактом 2P1 подключает клемму е переключателя 18 мощности до клеммы ж, подавая максимальное напряжение на опускание металла. Переключатель 26 подключает задатчик 25 к сумматору 27. На задатчике 25 установлено значение давления, соответствующего режиму хранения металла. Так как измеренная величина давления выше заданной, напряжение равно

логической «1», с знакового выхода сумматора 27 поступает в схему И 30. Значение разницы величин, определенное в сумматоре 27, поступает в сумматор 31, в котором сравнивается с допустимым значением разницы поступающего с задатчика 32. При нахождении значения разницы, определенное в сумматоре 31, в допуске, на знаковом выходе сумматора появляется нулевое напряжение, что запирает блоки 29 и 30, а при выходе за пределы допуска – единичное напряжение. Схема И 30 срабатывает, подавая единичное напряжение через схему И 22 на блок 17 ПАМЯТИ. Блок 17 срабатывает, включая выпускной клапан 6, соединяющий емкость 8 с атмосферой и блокирует включение схемы И 21. Уровень металла снижается.

Одновременно срабатывает схема И 11, подавая напряжение на катушку Е2 на повышение напряжения для снижения уровня металла электромагнитом 10. Положение переключателя реверсивного пошагового искателя не меняется, так как он установлен в положение максимального напряжения. При достижении заданного значения величины давления, схема И 30 закрывается и при дальнейшем снижении давления срабатывает схема И 29, включая схему И 12. Схема И 12 срабатывает, подавая напряжение на катушку Е1 на уменьшение напряжения на опускание металла электромагнитом 10. Катушка срабатывает, пере-

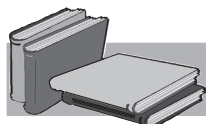
водя переключатель реверсивного пошагового искателя в положение 9, снижая напряжение. Далее цикл снижения напряжения продолжается. При переводе переключателя в положение 1 отключается контакт В1, сбрасывая блок 17 ПАМЯТИ, который отключает выпускной клапан 6.

Использование предлагаемого устройства для дозирования расплава позволяет проводить дозирования с более высокой точностью (выход полезного повышается на 1%, соответственно снижается возвращаемость отливок), увеличивается производительность дозатора (продолжительность дозирования снижается на 5-7%).

Выводы

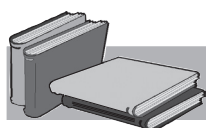
Исследования показали, что комбинированный дозатор, сочетающий преимущества пневматических и магнитодинамических устройств, обеспечивает точное дозирование с минимальной затратой энергии на дозировку металла.

Дальнейшее совершенствование описанного дозатора происходило в направлении предотвращения выбросов при включении электромагнита с индуктором при малой массе металла в емкости [6].



ЛИТЕРАТУРА

1. Гини Э. Ч., Зарубин А. М., Рыбкин В. А. Технология литейного производства. Специальные виды литья / Под ред. В. А. Рыбкина. – М.: Академия, 2005. – 352 с.
2. Антоневич Я. К. Сучасний стан та перспективи розвитку процесу лиття під тиском // Спеціальна металургія: вчора, сьогодні, завтра. Збірник матеріалів конференції, Київ, 2012. – С. 48-54.
3. Моисеев Ю. В., Личак А. И. Автоматизация специальных способов литья // Процессы литья. – 2008. – № 1. – С. 31-37.
4. Слажнев Н. А., Богдан К. С. Электромагнитное управление процессом заливки металлических расплавов из магнитовесовой установки в литейные формы // Процессы литья. – 2011. – № 2. – С. 28-31.
5. Слажнев Н. А., Дубоделов В. И., Богдан К. С. Исследование динамических процессов при дозированной разливке алюминиевых расплавов из магнитовесовой литейной установки // Процессы литья. – 2011. – № 4. – С. 9-14.
6. Дубоделов В. И., Слажнев Н. А., Богдан К. С. Автоматизация процессов приготовления, обработки и дозированной разливки алюминиевых расплавов из магнитовесовой литейной установки // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2012. – № 5. – С. 85-89.



REFERENCES

1. Hini E. Ch., Zarubin A. M., Rybkin V. A. (2005). Tekhnologia liteinogo proizvodstva. Spetsialnye vidy lit'ia [Technology of foundry production. Special types of casting]. V. A. Rybkin (Ed.). Moscow: Academia, 352 p. [in Russian].
2. Antonevich Ya. K. (2012). Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku protsesu lyttia pid tyskom [The current state and prospects of die-casting process]. Special'na metalurgii: vchora, s'ogodni, zavtra. Zbirnik materialiv konferencii. Kiev, pp. 48-54 [in Ukrainian].
3. Moiseev Yu. V., Lichak A. I. (2008). Avtomatizatsia spetsialnykh sposobov lit'ia [Automation of special methods of casting]. Protsessy lit'ia, no. 1, pp. 31-37 [in Russian].
4. Slazhnev N. A., Bogdan K. S. (2011). Elektromagnitnoe upravlenie protsesom zalivki metalicheskikh rasplavov iz magnitovesovoi ustanovki v liteinye formy [Electromagnetic control of the process of pouring metal melts from a magnet assembly into molds]. Protsessy lit'ia, no. 2, pp. 28-31 [in Russian].
5. Slazhnev N. A., Dybodelov V. I., Bogdan K. S. (2011). Issledovanie dinamicheskikh protsesov pri dozirovnoyi razlivke aliuminievykh rasplavov iz magnitovesovoi liteinoi ustanovki [Investigation of dynamic processes during dosed casting of aluminum melts from a magnet casting plant]. Protsessy lit'ia, no. 4, pp. 9-14 [in Russian].
6. Dybodelov V. I., Slazhnev N. A., Bogdan K. S. (2012). Avtomatizatsia protsesov prigotovleniia, obrabotki i dozirovannoi razlivki aliuminievykh rasplavov iz magnitovesovoi liteinoi ustanovki [Automation of the processes of preparation, processing and dosing casting of aluminum melts from a magnet casting plant]. Metallurgicheskaiia i gornorudnaia promyshlennost', no. 5, pp. 85-89 [in Russian].

Анотація

Богушевський В. С., Антоневи́ч О. О.
Керування дозуванням розплаву

Розглянуто та проаналізовано існуючі методи дозування металевих розплавів в пристроях заливання ливарних форм, зокрема на автоматизованих комплексах лиття під тиском. Визначено переваги та недоліки різноманітних типів дозаторів. Запропоновано комбінований метод дозування розплаву та описано обладнання та технологію, які забезпечують більш точний вимір дози металу та покращують техніко-економічні показники процесу.

Ключові слова

Лиття під тиском, дозування, розплав, автоматизація.

Summary

Bogushevskiy V., Antonevich O.
Control of melt dosing

Existing methods of dosing metal melts in mold pouring devices, including automated complexes of casting under pressure, are considered and analyzed. The advantages and disadvantages of different types of dosing devices are determined. A combined method of melt dosing is proposed and equipment and methods are described, as a result of which a more accurate measurement of the metal dose is achieved and the technical and economic parameters of the process are improved.

Keywords

Die-casting, dosing, melt, automatization.

Поступила 12.03.17