

---

# ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ, МЕХАНИЗАЦИИ И КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ЛИТЬЯ

УДК 621.746.043(088.8)

**А. Г. Малявин**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

## ИСПЫТАНИЕ ОБЪЕМНО-ВЕСОВОГО ДОЗАТОРА В ЖИДКОМ АЛЮМИНИИ

*Разработана литейная технология получения коррозионностойких в жидком алюминии фасонных изделий из фторфлогопитового каменного литья для пневматического дозатора. Разработан и испытан в условиях опытного производства объемно-весовой дозатор алюминиевых сплавов.*

**Ключевые слова:** *объемно-весовой дозатор, алюминий, фторфлогопитовое каменное литье, металлопровод, дозирующая камера.*

*Розроблена ливарна технологія одержання корозійностійких в рідкому алюмінії фасонних виробів з фторфлогопітового кам'яного литва для пневматичного дозатора. Розроблено та проведено випробування в умовах дослідного виробництва об'ємно-вагового дозатора алюмінієвих сплавів.*

**Ключові слова:** *об'ємно-ваговий дозатор, алюміній, каменелитий фторфлогопітовий матеріал, металопровід, дозуюча камера.*

*Developed casting technology for producing corrosion resistant melt aluminium fittings of fluor-phlogopite stone casting for pneumatic dispenser. Developed and tested under pilot production volumetric weigher.*

**Keywords:** *volumetric weigher, aluminium, fluorphlogopite stone casting, metal-pipeline, metering chamber.*

Одним из путей создания надежных средств дозирования и заливки жидкого металла является применение пневматического дозатора, отличающегося легкой управляемостью, возможностью дистанционного воздействия и автоматизации, простотой и надежностью в работе, отсутствием вращающихся частей, подверженных механическому износу. К достоинствам этих дозаторов относятся также возможность объединения плавильного и дозирующего устройств в один комплекс, постоянный подогрев дозируемого металла, подача металла из нижних слоев ванны и закрытый перелив его в литейную форму, возможность плавного изменения расхода металла.

Однако, создание надежных устройств для дозирования и заливки жидких сплавов, главным образом алюминия, затрудняется агрессивностью и относительно высокой температурой плавления металла. Поэтому, в первую очередь, необходимо решать вопрос по подбору материалов для изготовления деталей, работающих длительное время в жидком алюминии. Известное устройство для дозирования жидкого металла фирмы «Lindberg» имеет герметичную емкость, изготовленную из графита или карбида кремния [1]. Однако эти материалы нетехнологичны при изготовлении металлопроводов и дозирующей камеры и дорогие.

В настоящее время для изготовления металлопроводов, каналов и различных фасонных изделий из существующих материалов нашел применение камнелитой материал фторфлогопитового состава –  $\text{KMg}_3[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}]\text{F}_2$  [2-5]. Этот силикатный материал по своим физико-техническим, литейным и другим технологическим характеристикам в данное время не имеет аналогов. Камнелитые изделия благодаря высокой коррозионной и термической стойкости в расплавах цветных металлов и различных агрессивных средах широко применяют в виде тиглей и металлопроводов в установках литейного производства, а также как футеровочные и конструкционные детали хлораторов и электролизеров титаномагниевого производства [6, 7]. Камнелитой фторфлогопитовый материал, являясь высокотемпературным диэлектриком, не изменяет своей структуры и физико-механических свойств при эксплуатации в обычной среде до 1000-1100 °С, а в агрессивной среде хлора, расплавов магния и хлоридов щелочных и щелочноземельных металлов при температуре до 750 °С – в течение 4 лет.

В отличие от устройства для дозирования фирмы «Lindberg» герметичную емкость и металлопроводы изготовили из фторфлогопитового каменного литья [8]\*.

Опытный образец дозирующего устройства конструктивно имеет герметичную поплавокую камеру и два металлопровода: заливной и выливной. Толщина стенки дозирующей камеры, работающей под избыточным давлением, составляла 20 мм, металлопроводов – 10 мм. Внутри камеры выполнены перегородки толщиной 10 мм, которые являются продолжением заливного и выливного металлопроводов и служат для сохранения необходимого объема металла при дозировании. Внутренний диаметр металлопроводов – 20 мм. Верхнюю часть дозирующей камеры оформили бобышкой для надежного крепления воздушного штуцера и рычага управления работой дозатора. Расчетный объем выдаваемой дозы жидкого металла по алюминию составляет от 0,1 до 4,0 кг.

Для получения камнелитого дозирующего устройства разработали конструкторскую и технологическую документацию, литейную технологию, изготовили модельную и литейную оснастки. Дозирующую камеру и металлопроводы формовали по разъемным моделям в парных опоках, используя песочно-глинистую смесь, применяемую в литейном производстве отливок из чугуна. Для изготовления стержней разработали стержневую смесь на связующем, обеспечившим необходимую прочность в сыром и сухом состояниях, а также хорошее удаление остатков смеси из замкнутой полости герметичной дозирующей камеры.

В процессе сборки литейной формы массивный стержень дозирующей камеры при установке в форму кроме знаков опирался на жеребейку, выточенную на токарном станке из камнелитого материала. Кроме этого, стержень поддерживался металлическим штуцером (труба стальная газовая диаметром  $1/2$  дюйма), установленным при сборке формы.

Силикатным расплавом, приготовленным в плавильной электродуговой печи, заливали литейные формы при температуре 1420-1450 °С. Отливки выдерживали

---

\* В работе принимали участие Л. И. Прокопенко, А. Д. Пушчаловский, В. Г. Венгренюк, О. М. Крыжановский, Б. Х. Хан

для затвердевания в форме в течение 20-30 мин. Затем формы раскрывали, и извлеченные отливки помещали в термическую печь с температурой 850-900 °С. После изотермической выдержки в течение ~1 ч печь отключали. Остывшие отливки очищали от остатков стержневой смеси, зачищали заусенцы. Готовый комплект дозирующей камеры и металлопроводов представлен на рис. 1. Стыковочные места дозирующей камеры и металлопроводов обрабатывали на металлообрабатывающем оборудовании. После обработки металлопроводы крепили на дозирующей камере с помощью жидкостекольной пасты, наполнителем которой являлся порошок фторфлогопитового материала. Собранный комплект дозирующего устройства сушили при температуре 85-90 °С в течение 1,0-1,5 ч.

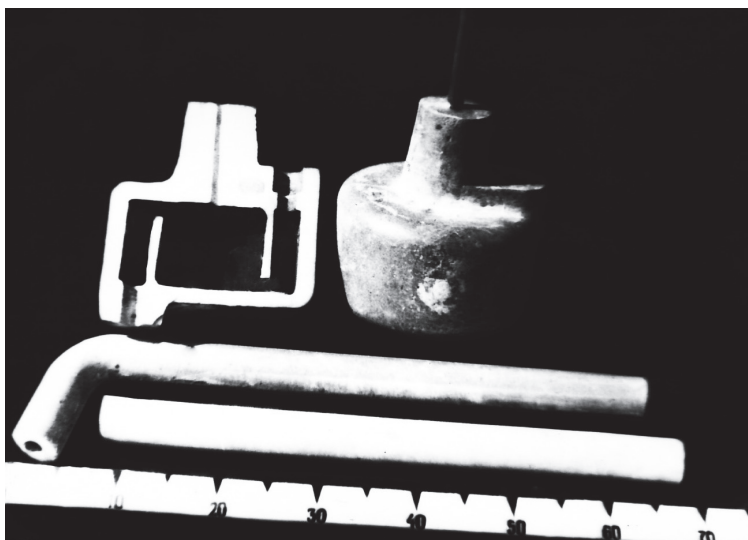


Рис. 1. Камнелитые фторфлогопитовые изделия дозатора алюминиевых сплавов; слева – дозирующая камера в разрезе

Разработанный объемно-весовой дозатор состоит из:

- весового устройства с автоматической балансировкой;
- блока автоматического управления;
- блока пневматических устройств;
- дозирующей герметичной камеры с двумя металлопроводами.

Дозирование жидкого металла происходит следующим образом. При погружении дозирующей камеры в тигель с жидким металлом происходит ее заполнение через заливной металлопровод до уровня металла в тигле. При этом воздух из дозирующей камеры вытесняется и выходит в атмосферу через штуцер и трехходовой кран. Благодаря заливному металлопроводу заполнение дозирующей камеры происходит из нижних слоев тигля, что исключает попадание в отливку окисных плен, а так как дозирующая камера герметична, то жидкий металл не окисляется кислородом воздуха и в процессе дозирования всегда остается чистым, а качество отливок высоким. Для выдачи дозы жидкого металла кран перекрывает связь с атмосферой и подключает штуцер дозирующей камеры к источнику сжатого газа и в камеру поступает сжатый газ, вытесняя из нее жидкий металл. При этом жидкий металл сначала вытесняется до верхнего уровня перегородки в камере через заливной металлопровод, а затем через выливной металлопровод поступает в литейную форму. При уходе металла из дозирующей камеры масса ее уменьшается, а возникающая выталкивающая сила весовым рычагом передается на упругий элемент. Выталкивающая сила пропорциональна массе вытесненного металла. Упругий элемент под действием выталкивающей силы деформируется, а преобразователь при достижении заданного усилия передает пропорциональный деформации сиг-

нал в регулирующее устройство, то есть когда заданная доза металла вытеснена, регулирующее устройство подает сигнал на закрытие вентиля, который прекращает подачу сжатого газа в дозирующую камеру и соединяет ее с атмосферой. Воздух из дозирующей камеры уходит, и она снова заполняется жидким металлом через заливной металлопровод. При этом упругий элемент разгружается, и дозатор готов к выдаче следующей порции жидкого металла. Величина дозы жидкого металла задается регулирующим устройством. Глубина погружения или изменение уровня металла в тигле на работу дозатора не влияет.

После сборки дозирующей камеры дозатор смонтировали в опытном производстве у тигельной плавильной печи сопротивления для плавки алюминия.

Последовательность испытания была следующая: дозирующую камеру предварительно разогрели над зеркалом жидкого металла факелом газовой горелки до температуры  $\sim 300-500$  °С; после прогрева в течение 30-40 мин дозирующая камера была опущена в ванну жидкого алюминия и прикреплена к весовому устройству; затем подключили систему автоматического управления.

Погрузившись в расплав, дозирующая камера заполнилась жидким алюминием. Плотность камнелитого материала и алюминия имеет близкие по значению величины, поэтому камера плавала в расплаве алюминия. После дополнительного прогрева верха дозирующей камеры газовым факелом в течение 30-45 мин дозатор вышел на рабочий режим.

В течение 1 ч было проведено около 20 выдач жидкого металла в ручной ковш, из которого металл выливали в тигель плавильной печи (рис. 2). Дозирование проводили при давлении воздуха 0,15 атм, подаваемого в камеру дозатора. Объем дозы составлял 1 л. Цикл дозирования  $\sim 20$  с (заливка дозы – 10 с, заполнение дозирующей камеры – 10 с).

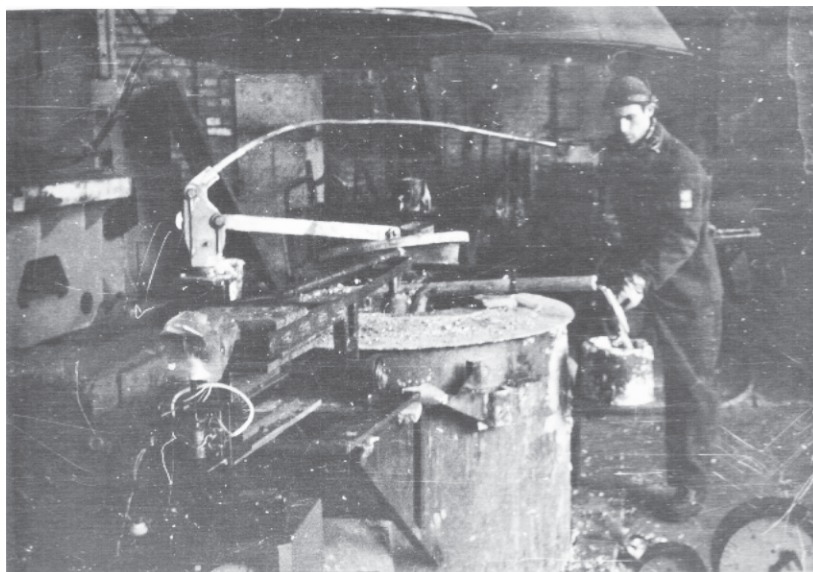


Рис. 2. Выдача дозы алюминия при испытании

После окончания испытания дозировочная камера была откреплена от механической части дозатора и извлечена из тигля плавильной печи. Снаружи камера была покрыта тонкой пленкой алюминия, которая легко отделялась при очистке. Остатки жидкого алюминия через заливной металлопровод были вылиты в ковш. После охлаждения дозирующей камеры при осмотре каких-либо повреждений и термических трещин не обнаружили.

Проведенные испытания показали работоспособность дозирующей камеры и металлопроводов из камнелитого фторфлогопитового материала в жидком алюминии, а также системы автоматического управления при дозировании.



### Список литературы

1. Гончаренко А. П., Московка А. П., Федоренко А. Г. Устройства для дозирования и заливки жидких металлов // Автоматизация и механизация процессов литья, 1975. – Киев: Наук. думка, 1975. – Вып. 6. – С. 3-8.
2. Хан Б. Х., Малявин А. Г. Литые слюдокристаллические каналы магнитодинамических установок // Литейн. про-во. – 1972. – № 4. – С. 18-19.
3. Хан Б. Х., Малявин А. Г. Каменное литье из оксифторидных расплавов // Новое в технологии каменного литья. – М.: Гос. ин-т стекла. – 1981. – С. 62-69.
4. Малявин А. Г. Исследование и разработка технологии получения фасонного фторфлогопитового каменного литья: Дис. ... канд. техн. наук. – Киев, 1983. – 216 с.
5. Малявин А. Г., Затуловский С. С. Плавнелитой фторфлогопитовый материал: свойства, перспективы применения // Цвет. металлургия. – 2002. – № 2. – С. 37-40
6. Хан Б. Х., Косинская А. В. Применение фторфлогопитового литья в производстве магния. – Цвет. металлы. – 1984. – № 1. – С. 61-63.
7. Цидвинцев Г. В. Изыскание новых футеровочных материалов и исследование их влияния на конструктивные особенности и технологические показатели магниевых электролизеров: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Ленинград, 1985. – 25 с.
8. А. с. 431964 СССР, В 22d 39/00/. Пневматический дозатор /О. М. Крыжановский, А. Д. Пущаловский, Л. И. Прокопенко и др. – Оpubл. 21.02.1974, Бюл. 22.

Поступила 05.02.2014

УДК 681.518.5;004.891

**П. В. Русаков, В. О. Шинский**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

## ВОПРОСЫ СТРУКТУРИРОВАНИЯ И ФОРМАЛИЗАЦИИ ЗНАНИЙ В ЭКСПЕРТНЫХ ЛИТЕЙНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

*Исследованы вопросы структурирования и формализации знаний, касающиеся области литейного производства. Рассмотрены особенности структурирования многопараметрической информации в экспертных системах надежности литых деталей. Сформулированы основные процедуры приобретения знаний методами автоформализации литейных объектов.*

**Ключевые слова:** формализация знаний, экспертная система, литая деталь, литейная машина, автоматическое управление, техническая диагностика.