

Т. В. Лысенко, К. А. Крейцер, О. И. Воронова

Одесский национальный политехнический университет, Одесса

Модернизация средств управления технологическим процессом изготовления магниевых дисков для установки литья под низким давлением

Рассмотрены средства управления машиной для литья под низким давлением. В качестве детали-представителя принят магниевый диск автомобильного колеса. Рассмотрены возможности внедрения пропорциональной аппаратуры для контроля давления. Определены основные технологические параметры процесса литья при использовании пропорциональной аппаратуры.

Ключевые слова: магний, пропорциональная аппаратура, литье под низким давлением

Система пневматической подачи сплава в кокиль выполняется в странах СНГ на базе дискретных аппаратов [1] в используемых машинах литья под низким давлением. Переходы по технологическому процессу проходят по уставкам давления, которые в процессе производства конкретной детали не меняются. По мере расхода и до заливки сплава изменяется объем газовой полости, что сказывается на изменении времени основных технологических фаз цикла. Конструкция самой отливки в период заполнения сплавом меняет физический характер заполнения формы, что приводит к фонтанированию сплава и турбулизации потока [2].

В качестве детали-представителя для апробации новой системы управления машины литья под низким давлением была принята одна из наиболее ответственных деталей массового производства – магниевый диск автомобильного колеса.

Магниевый диск автомобильного колеса имеет значительные преимущества технического и экономического характера в сравнении со стальными и алюминиевыми дисками.

Использование магниевых сплавов позволяет существенно снизить вес диска и, следовательно, уменьшить массу неподрессоренных элементов автомобиля [3].

Из всех используемых технологий (литье в кокиль, центробежное литье, литье под давлением) для производства литых дисков наиболее эффективным является литье под низким давлением [4].

Технологический процесс литья под низким давлением предусматривает использование в качестве формы кокиль, в котором подача сплава производится снизу.

В качестве агрегата заливки используется герметичная тигельная печь. Металл поступает в кокиль по металлопроводу под действием избыточного давления газовой смеси на зеркало сплава.

В исходном состоянии жидкий металл находится на верхнем срезе металловода. Это обеспечивается поддержанием соответствующего давления газа на зеркало металла по температурному датчику уровня.

Первая фаза цикла предусматривает заполнение литниковой системы ламинарным потоком металла.

Следующая фаза – заполнение кокиля со скоростью, исключающей фонтанирование потока при внутренних уменьшениях сечения при движении сплава по кокилю.

Фаза кристаллизации предусматривает повышение давления до предельного. Это необходимо для компенсации усадки и хорошей воспроизводимости наружной поверхности отливки.

Все существенные недостатки процесса можно устранить, используя модернизированные средства управления машин литья под низким давлением.

В настоящей работе в качестве системы управления технологическим процессом была предложена пневматическая система с использованием пропорциональной аппаратуры регулирования расхода подаваемой газовой смеси и давления, не зависящего от изменения объема газовой полости. Данная система позволяет уйти от проблем, которые возникают при литье под низким давлением.

В качестве критерия регулирования скорости заливки металла принято заданное приращение давления в объеме изменения газового пространства печи на объем заливаемой порции металла. Этот критерий позволяет обеспечивать заливку одной детали в строго заданное время, а это значит, что обеспечиваются от цикла к циклу все динамические и технологические параметры. Наличие пропорциональной аппаратуры позволяет исключить гидравлические удары в форме при изменении поверхностного сечения потока сплава внутри кокиля. Кроме этого, программное управление позволяет путем замедления скорости в конце заполнения кокиля, исключить гидравлический удар. Это снижает образование газовых пор в отливке.

Принятый вариант схемы пневматической подачи сплава в кокиль с применением пропорциональной аппаратуры и системы смешивания заданной смеси газа представлен на рис. 1.

Схема выполнена в соответствии с требованиями защиты магниевых сплавов от возгорания с блоком пропорциональной аппаратуры и системы контроля и сброса давления, как по технологии, так и в случае аварийного состояния. При возгорании на поверхность

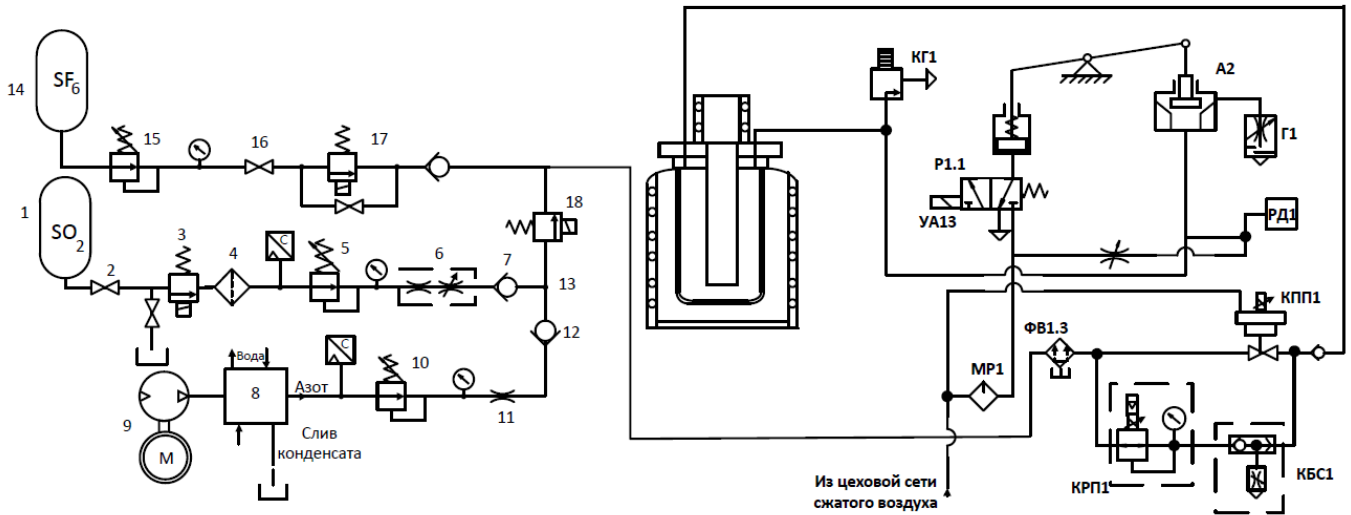


Рис. 1. Схема пневматической подачи сплава в кокиль

расплава подается шестифтористая сера, а в случае повышения допустимого давления производится автоматический сброс в вентиляционный отсос.

Два параллельных пропорциональных клапана расхода и давления (формы Komatsu моделей BOXSL-R-031 и MX2-1/2RCA102) обеспечивают возможность программирования оптимальной для каждого технологического процесса подачи газовой смеси в заливочный агрегат и изменения давления по заданному закону и с заданными задержками.

КПП1 регулирует скорость нарастания давления, а КПП2 поддерживает давление на заданном уровне и сбрасывает возможное его превышение до заданного уровня. Наличие на этих клапанах входа 4-20 мА

создает условия доступного согласования с регуляторами управления.

Наличие пропорциональной аппаратуры в схеме позволяет сбрасывать давление (клапан А2) до уровня среза металловода. Это резко снижает его охлаждение и сокращает технологический цикл заливки.

Для обратной связи при технологических тактах цикла при подъеме давления и выдержки на заданном уровне используется электронное реле давления фирмы Komatsu модели SWDN-P10-P9-2 с токовым выходом 4-20 мА.

Остальная часть схемы использует схему серийной машины низкого давления. Блок-схема работы машины представлена на рис. 2.

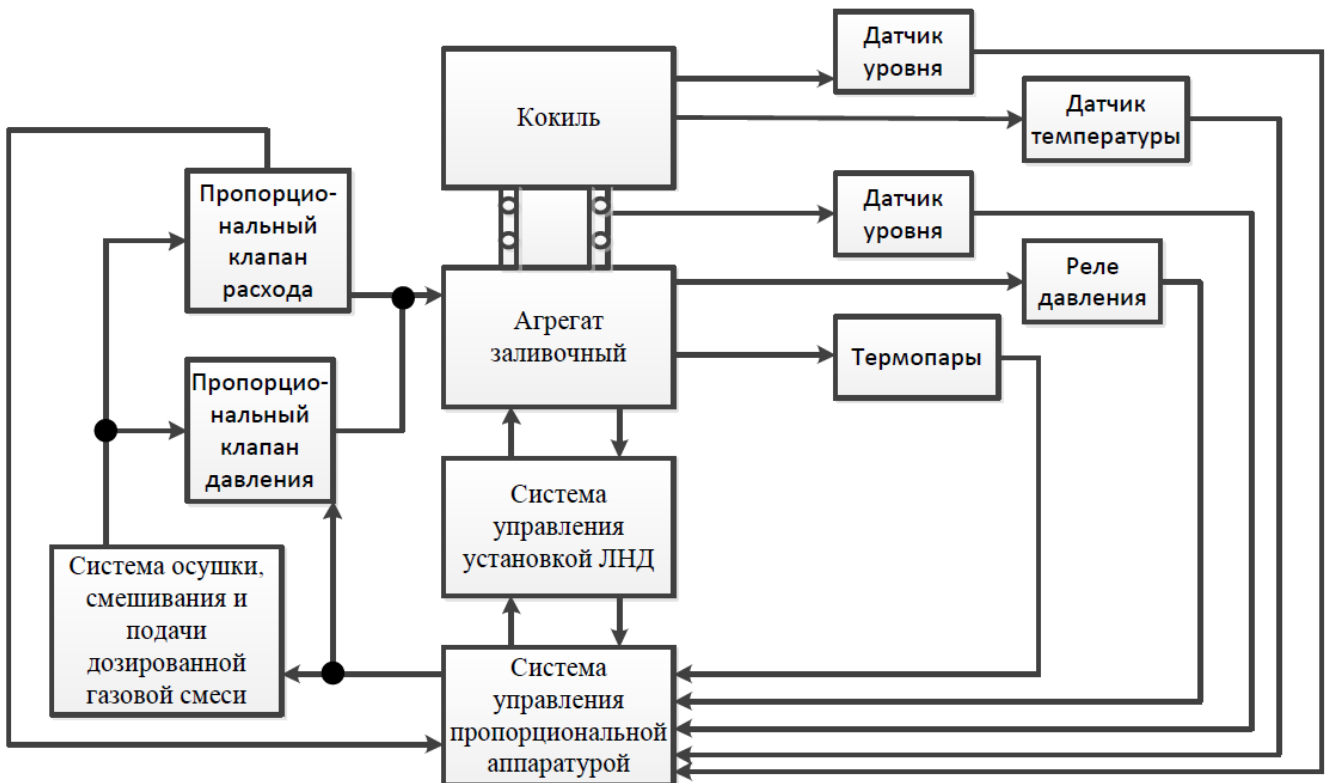


Рис. 2. Блок-схема работы машин

Работы выполнялись на машине модели У95А разработки ОА «НИИСЛ», модернизированной Государственным предприятием «Инженерный производственно-научный центр литья под давлением».

Рабочий режим газовой смеси (на базе сернистого ангидрида SO_2 , который смешивался с сухим воздухом) обеспечивался согласно схеме рис. 1. Система предусматривает три контура защитного газа, которые вводятся в магистраль к плавильной печи на зеркало расплава. Газ SO_2 из баллона 1 через игольчатый вентиль 2, электромагнитный клапан 3 и систему фильтров 4 редуцируется клапаном 5 до давления, близкого к атмосферному, через ротаметр 6 и обратный клапан 7 поступает в узел смешивания с потоком осушенного воздуха. Последний производится в устройстве 8 очистки и осушки, путем связывания и удаления кислорода и других газов, подаваемых компрессором 9. При этом содержание пара в воздухе составляет 0,00007 %. Доля остаточного кислорода не превышает 4 %, остатки водорода связываются оксидом меди и остаток водорода не превышает 0,001 %. Большая часть влаги конденсируется и удаляется в холодильном устройстве.

Остатки влаги удаляются адсорбером, после чего происходит окончательная очистка от пыли. Очищенный воздух поступает на вход редукционного клапана 10 через калиброванную диафрагму 11 и обратный клапан 12 в точку смешивания с SO_2 13. Контур шестифтористой серы SF_6 , который используется только в аварийном случае возгорания магния, вводится в работу только при возгорании сплава в автоматическом цикле от светового датчика возгорания. При этом SF_6 из баллона 14 через редукционный клапан 15, игольчатый вентиль 16 поступает на электроуправляемый клапан 17, который в случае аварии включается автоматически, а такой же клапан 18 отключает смесь SO_2 . При этом чистый 100%-ный элегаз SF_6 поступает на зеркало сплава и тушит очаг возгорания. Установка оборудована системой фильтров 4, обеспечивающих очистку сжатого воздуха от механических примесей и масла.

Работа системы пропорциональной аппаратуры обеспечивает стабильное время заполнения кокиля при литье отливок одного наименования, независимо от переменного объема газовой полости заливочного агрегата (печи заливочной) по мере расхода и пополнения металла.

Решение этой задачи предусматривает контроль и корректировку расхода воздуха в заливочный агрегат, в зависимости от заданных допустимых отклонений давления в газовой полости на участках регулировки.

Работа системы пропорциональной аппаратуры предусматривает исключение гидравлических ударов в процессе подъема металла по металлотову и в конце заполнения кокиля.

Решение этой задачи предусматривает контроль отклонений давления от заданных значений.

Работа системы пропорциональной аппаратуры ограничивает скорость потока металла до 1,5 м/с при заполнении литниковой системы.

Фрагмент внутренней части магниевого диска автомобильного колеса и кокиля представлен на рис. 3 и 4.

Магниевый диск массой 4,35 кг изготовлен из сплава МЛ5 Т4.

При обработке рассматривались неисправимые дефекты и допустимые предельные отклонения:

– микрорыхлоты выше среднего бала в соответствии с типовыми эталонами ВИАМ;

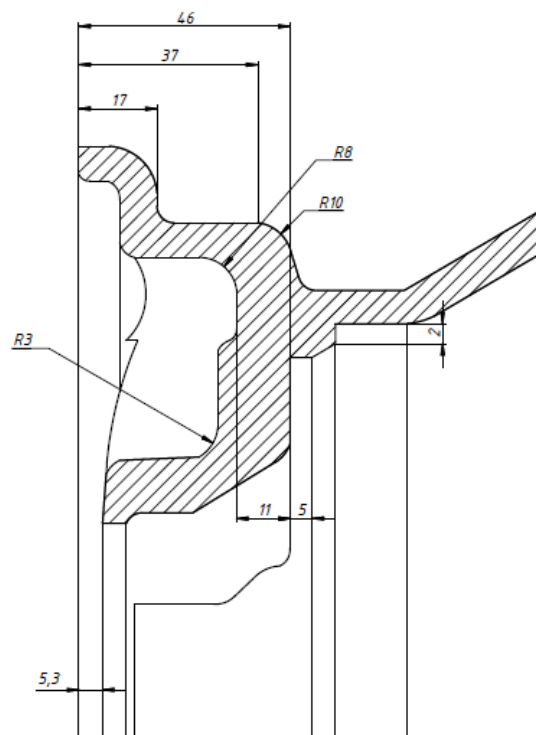


Рис. 3. Фрагмент внутренней части колеса

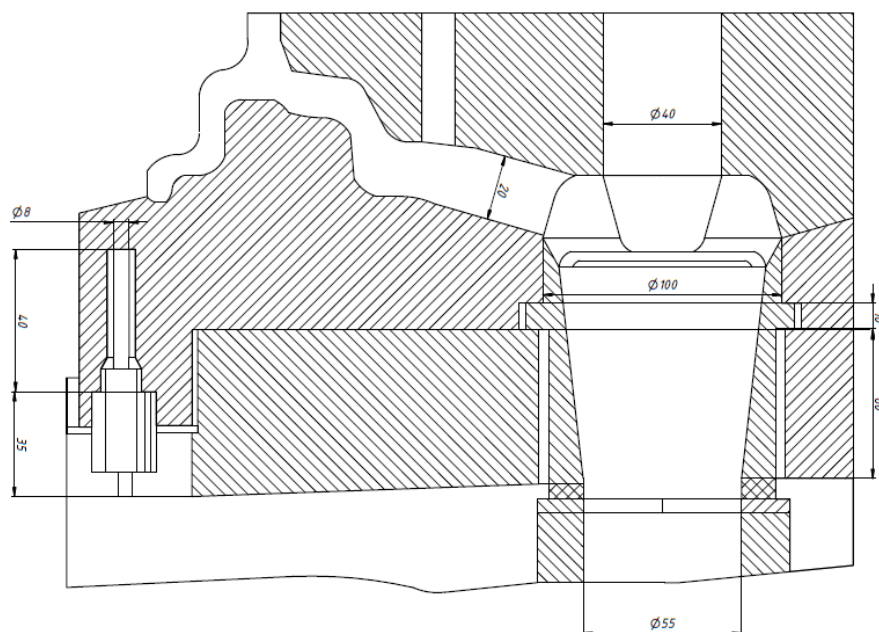


Рис. 4. Фрагмент внутренней части кокиля

- единичные раковины и включения диаметром более 2 мм;
- трещины;
- усадочные раковины;
- флюсовые включения;
- отклонения по геометрическим размерам;
- проверка профиля колеса;
- испытания на герметичность.

Первый этап работы состоял в отработке технологического процесса. Полученные параметры технологического процесса:

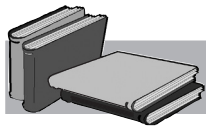
– температура сплава, °C	680±3
– температура кокиля, °C	320±3
– толщина слоя краски, мм	0,15
– время заливки кокиля, с	4,0±0,5
– давление в печи в конце заливки сплава, МПа	0,025
– время набора давления подпрессовки до 0,06 МПа	8±1
– время выдержки при подпрессовке, с	35±2
– время сброса давления до уровня металла на срезе металловода, с	4,0±0,5
– время выдержки по снятию перегрева, с	55,0
– скорость набора давления при заполнении металловода, МПа	0,008

- скорость набора давления при заполнении кокиля, МПа/с 0,0045
- скорость сброса давления, МПа/с 0,0012

При этих параметрах качество отливок соответствовало техническим требованиям. Рабочая смесь газа на базе сухого воздуха с примесью 0,6%SO₂ обеспечивала защиту сплава от возгорания.

Выводы

Проведенные в течение двух месяцев работы в графике экспериментального режима показали достаточную результативность пропорциональной аппаратуры. Повышение давления при перепадах горизонтального сечения отливки и в конце полного заполнения кокиля не превышало 0,005 МПа. Качество отливок из магниевых сплавов, полученных с использованием модернизированной системы управления, по газовым раковинам существенно улучшилось. Таким образом, представленная система показала достаточную эффективность. В настоящее время установка передана в опытно-промышленную эксплуатацию на производство высокоточных и герметичных отливок из алюминиевого сплава АЛ9 Т4 для фирмы ФЕСТО.



ЛИТЕРАТУРА

1. Колачев Б. А., Елагин В. И., Ливанов В. А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. – М.: МИСИС, 2005. – 428 с.
2. Тетюхин В. В., Падерина Н. С., Агалаков В. В. Магниевые сплавы для автомобильных отливок // Литейное производство. – 2006. – № 1. – С. 14-16.
3. Локшин М. З., Макаров Г. С. Состояние и перспективы производства и применения магния // Цветные металлы. – 2000. – № 11-12. – С. 93-98.
4. Вассерман А. М. Методы контроля и исследования легких сплавов. – М.: ????. – 1985. – 510 с.

Анотація

Лисенко Т. В., Крейцер К. А., Воронова О. І.

Модернізація засобів управління технологічним процесом виготовлення магнієвих дисків для установки лиття під низьким тиском

Розглянуто засоби управління машиною для лиття під низьким тиском. В якості деталі-представника взято магнієвий диск автомобільного колеса. Розглянуто можливості впровадження пропорційної апаратури для контролю тиску. Визначено основні технологічні параметри процесу лиття при використанні пропорційної апаратури.

Ключові слова

магній, пропорційна апаратура, литво під низьким тиском

Summary

Lysenko T., Kreitser K., Voronova O.

Modernization of process control of manufacturing magnesium disks to install low-pressure casting

Considered a means of steering for low-pressure casting. As the representative detail was taken a magnesium wheel disc. There was considered implementing a proportional pressure to control equipment. The main technological parameters of the casting process of using the proportional equipment were defined in this article.

Keywords

magnesium, proportional equipment, casting by low-pressure

Поступила 27.10.2014

**Продолжается подписка на журналы
«Металл и литьё Украины»
и «Процессы литья»
на 2015 год.**

Для подписки на журналы необходимо

направить письмо-заказ по адресу:

03680, Україна, м. Київ-142, МСП,

бул. Вернадського, 34/1,

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України

или факсом (044) 424-35-15.

Счёт-фактура согласно заказу высылается письмом или по факсу.

Редакция готова предоставить электронную версию журнала
на компакт-диске.

Стоимость одного журнала – 40 грн.

Годовая подписка – 480 грн. (для Украины).

Годовая подписка для зарубежных стран – 100 \$.