

УДК 621.074

Падерин В. Н., Абдулгазис Д. У.

ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЦЕЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДИСКОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ЛИТЬЕМ ПОД НИЗКИМ ДАВЛЕНИЕМ В ФОРМЫ С ГИПСОВЫМИ ВСТАВКАМИ

***Аннотация.** В статье рассмотрены особенности изготовления цельных автомобильных дисков из алюминиевых сплавов литьем под давлением в формы с гипсовыми вставками. Показано, что данным способом целесообразно пользоваться при мелкосерийном и серийном типе производства, при литье алюминиевых сплавов с применением робота для удаления из формы отливок из двух и более машин. При массовом производстве дисков рекомендуется изготавливать их из двух частей высокопроизводительным способом литья под давлением с дальнейшим сплавлением этих частей в цельный диск.*

***Ключевые слова:** литье под низким давлением, автомобильные литые диски, гипсовые вставки, регулируемое давление, раздаточная печь с тиглем для расплава, металлопровод, металлическая форма, машина для литья под низким давлением.*

Падерин В. М., Абдулгазис Д. У.

ОСОБЛИВОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ЦІЛІСНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ДИСКІВ ІЗ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ ЛИТТЯМ ПІД НИЗЬКИМ ТИСКОМ У ФОРМИ З ГІПСОВИМИ ВСТАВКАМИ

***Анотація.** У статті розглянуто особливості виготовлення цілісних автомобільних дисків із алюмінієвих сплавів литтям під тиском у форми з гіпсовими вставками. Показано, що цим способом доцільно користуватися при дрібносерійному й серійному типі виробництва, при литті алюмінієвих сплавів із застосуванням робота для видалення з форми виливків із двох і більше машин. При масовому виробництві дисків рекомендується виготовляти їх із двох частин високопродуктивним способом лиття під тиском із подальшим сплавом цих частин у цілісний диск.*

***Ключові слова:** лиття під низьким тиском, автомобільні литі диски, гіпсові вставки, регульований тиск, роздавальна піч із тиглем для розплаву, металопровід, металева форма, машина для лиття під низьким тиском.*

FEATURES OF MANUFACTURING ALLOY WHEELS OF ALUMINUM ALLOY BY LOW PRESSURE DIE-CASTING IN THE MOULDS WITH GYPSUM INSERTS

Summary. The features of manufacturing solid wheel rims of aluminum alloy by die casting into moulds with plaster inserts are revealed in the article. It is shown that this method is expedient to use at small-batch and batch production type, for casting aluminum alloy by using a robot to remove the castings from the mould of two or more machines. In mass production it is recommended to manufacture wheels of two parts by high performance die casting, with the further fusion of these parts into the wheel disk.

Key words: low-pressure casting, alloy wheels, solid, gypsum inserts, adjustable pressure, holding furnace with the crucible to melt, metal pipelines, metal mould, low pressure die-casting machine.

Постановка проблемы. В настоящее время литые диски автомобильных колес изготавливают цельными или из двух частей с дальнейшим их сплавлением.

Одним из распространенных способов изготовления цельных, т. е. полностью готовых автомобильных дисков, является литьё под низким

давлением (ЛНД). Величину последнего можно регулировать подачей сжатого воздуха или инертного газа на зеркало расплава в тигле раздаточной печи.

На рис. 1 показаны примеры разных конструкций цельных автомобильных дисков, изготовленных способом ЛНД.



Рис. 1. Различные формы узоров и конструкции автомобильных дисков.

Автомобильные диски отличаются по сложности узора, форме, конструкции, размерам, в связи с чем их вес колеблется от 4-х до 10-ти кг и более, что значительно влияет на технологию производства и качество изготовления.

Анализ публикаций показывает, что в литературе имеется ограниченная информация о применении способа ЛНД для изготовления качественных цельных литых дисков с высокой производительностью и низкой трудоёмкостью [1–2].

В связи с этим **целью** данной статьи является оценка целесообразности применения способа ЛНД цельных литых дисков, его преимуществ и недостатков, эффективности применения, а также определение путей совершенствования существующего технологического процесса до полной его механизации и автоматизации.

Изложение основного материала. Основными преимуществами ЛНД являются возможность получения заготовок с минимальными припусками на механическую обработку (или без неё), с шероховатостью необработанных поверхностей до R_z 12,5 мкм, а также обеспечение вы-

сокой производительности и низкой трудоёмкости изготовления деталей.

ЛНД создаёт широкие возможности для управления процессом заполнения формы расплавом. Если внутрь герметичной раздаточной печи машины ЛНД подавать сжатый воздух или инертный газ под давлением $P_{изб} > P_{атм}$, то за счёт разницы давлений расплав автоматически поднимется по металлопроводу и заполняет форму до необходимого уровня.

Машины для ЛНД обычно состоят из механизмов сборки и разборки форм, отделения отливок от формы, раздаточной печи для заливки расплава в форму, гидравлической, пневматической и электрической систем управления.

Многочисленные конструкции разработанных универсальных и специализированных машин различаются размерами рабочей зоны для размещения формы, числом подвижных элементов для сборки и разборки формы, типами раздаточных печей, компоновочной схемой, реализующей варианты обслуживания отдельных агрегатов машины, степенью механизации и автоматизации вспомогательных операций.

На рис. 2 показан один из типов машин для литья под низким давлением ёмкостью 250 кг для получения цельных отливок дисков и других

деталей из алюминиевых сплавов в металлических формах с гипсовыми вставками и горизонтальной плоскостью разъёма.

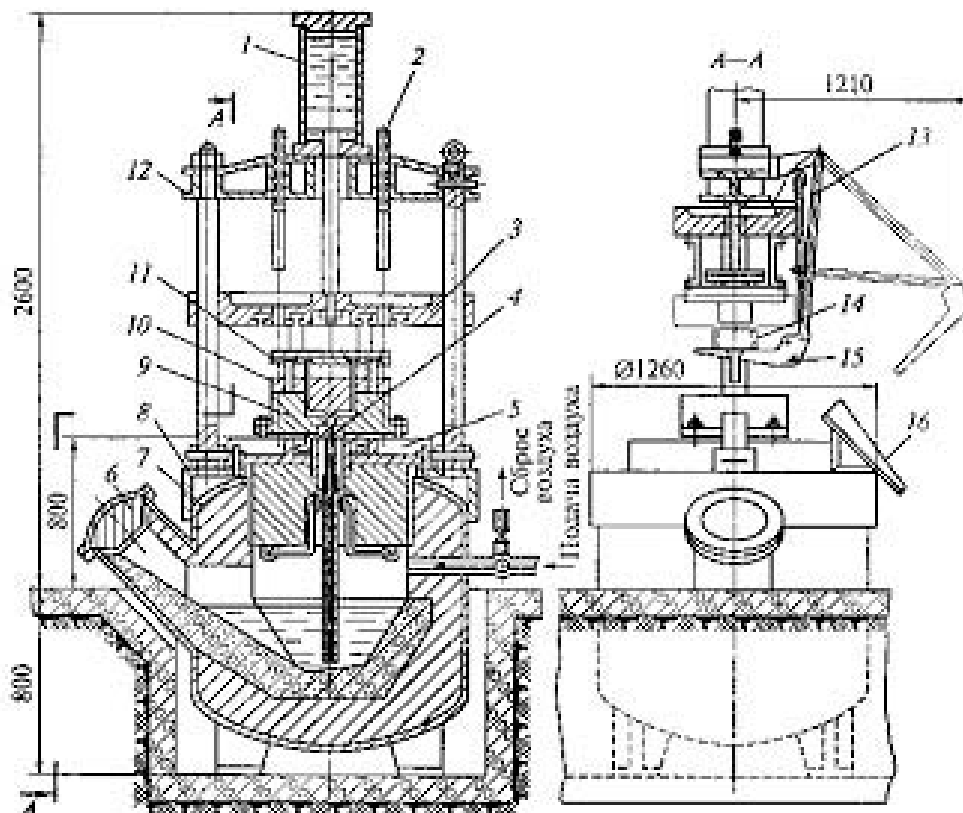


Рис. 2. Машина для литья под низким регулируемым давлением с ёмкостью расплава 250 кг:

- 1 – гидроцилиндр; 2 – штанги для движения плиты толкателей; 3 – подвижная траверса;
- 4 – металлопровод; 5 – плита; 6 – крышка заливочного окна; 7 – металлораздатчик; 8 – рама печи;
- 9 – нижняя половина формы; 10 – верхняя половина формы; 11 – плита толкателей;
- 12 – неподвижная траверса; 13 – рычажный механизм; 14 – отливка; 15 – приемный лоток; 16 – склиз.

В данной машине раздаточная печь 7 – это герметизированная электропечь ванного типа с заливочной горловиной, закрываемой футерованной крышкой 6 на поролоновой прокладке. На раме печи 8 расположена плита 5 с металлопроводом 4 из жаростойкого материала. К нижней стороне этой плиты на болтах подвешен свод печи с нагревателями, а на верхней плоскости закреплена нижняя неподвижная половина формы 9. Верхняя половина формы 10 крепится в пазах подвижной траверсы 3. На неподвижной траверсе 12 размещен гидроцилиндр, предназначенный для перемещения верхней половины формы. Регулируемые по высоте штанги 2 служат для выталкивания отливки плитой толкателя 11 из верхней половины формы. Отливка 14 удаляется из рабочего пространства установки вспомогательным устройством, состоящим из приемного лотка 15, перемещаемого рычажным механизмом 13. При раскрытой форме лоток 15 находится под отливкой, при закрытой – отходит в сторону, сбрасывая отливку на склиз 16. Металлопровод 4 погружают в расплав таким образом, чтобы его конец не доходил до дна тигля на

40–60 мм. Полость в отливке может быть выполнена гипсовым, металлическим, оболочковым или песчаным стержнем.

Воздух или инертный газ под давлением до 0,05–0,07 МПа через систему регулирования поступает по трубопроводу внутрь раздаточной печи и давит на зеркало расплава. Вследствие разности давления расплав поступает в форму снизу, через металлопровод, со скоростью, регулируемой давлением в раздаточной печи. После окончания заполнения формы для повышения плотности отливки давление в системе можно увеличивать до конца затвердевания отливки, после чего автоматически открывается клапан, соединяющий раздаточную печь с атмосферой. После этого давление воздуха снижается до атмосферного, и незатвердевший расплав из металлопровода сливается обратно в тигель раздаточной печи. После охлаждения отливки до заданной температуры форма раскрывается, отливка выталкивается и цикл повторяется.

Учитывая, что машина ЛНД (рис. 2) имеет ёмкость 250 кг, её рекомендуется применять для литья малых и средних по размерам дисков. Для

изготовления автомобильных дисков 10 кг и более рекомендуется применять машины с наклоняемой индукционной плавильной печью ёмкостью 1 тонна, установив её рядом с заливочным окном. Кроме того, рекомендуется использовать эту печь для доливки расплава одновременно в несколько машин для ЛНД с помощью разливочного ковша, как показано на рис. 3.



Рис. 3. Наклоняемая индукционная плавильная печь модели ИАТ-1/0,4МЗ с ёмкостью расплава 1 тонна.

На рис. 4 показан другой тип машины для ЛНД модели 214 с одной раздаточной печью ёмкостью 250 кг, с помощью которой рекомендуется изготавливать диски весом 4–6 кг.



Рис. 4. Машина для ЛНД модели 214 с одной раздаточной печью.

Для литья больших по размерам дисков 10 кг и выше рекомендуется применение машин с двумя сменными раздаточными печами, как показано на рис. 5.

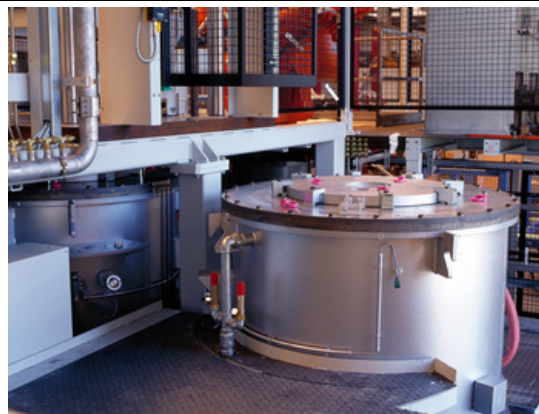


Рис. 5. Машина для ЛНД с двумя раздаточными печами.

На рис. 6 показана литейная форма для изготовления цельных дисков в раскрытом состоянии без верхней крышки со вставками. Форма сделана из металла с гипсовыми вставками, выдерживающими температуру до 1600°C. Конструкция формы состоит из 4-х боковых вставок и фигурной вставки с узором, установленной на дне формы. Боковые вставки отодвигаются гидравлическими цилиндрами. Сверху на форму устанавливается крышка со вставками, оформляющими внутреннюю полость диска. На рис. 7 показано установленное на автомобиле колесо с диском, которое изготовлено в этой форме.



Рис. 6. Нижняя часть формы.



Рис. 7. Диск, отлитый в форме, изображенной на рис. 6.

Отлитый диск при этом необходимо извлекать из формы при более высокой температуре, когда усадка отливки ещё незначительна, и она легко удаляется.

Диски, полученные ЛНД, отличаются малым уровнем остаточных напряжений и незначительным короблением.

Использование низких давлений и малых скоростей уменьшает требования к прочности деталей формы, что позволяет существенно уменьшить толщину плит и вес формы по сравнению с литьём под давлением. Форма может изготавливаться из недорогих, легко обрабатываемых материалов.

Конструкция полости формы и конструкция её вентиляционной системы также оказывают влияние на характер движения расплава в полости формы и металлопроводе. При ЛНД цельных дисков недостаточная площадь вентиляционных каналов приводит к возрастанию противодавления воздуха в полости формы, снижает скорость потока расплава, повышает пористость отливок и снижает их прочность.

Тепловые условия формирования отливки создают возможность направленного затвердевания отливки и питания её усадки. Части формы, расположенные на верхней плите рабочей раздаточной печи, нагреваются до температуры боль-

шей, чем верхняя часть формы. Кроме того, через нижние сечения полости формы, расположенные ближе к металлопроводу, проходит большее количество расплава, чем через сечения, расположенные в верхней части, что существенно увеличивает разницу температур в нижней и верхней частях отливки. Поэтому массивные части отливок дисков, требующие питания, располагают внизу формы, соединяют их массивными литниками с металлопроводом, а сверху формы располагают части отливки, не требующие питания.

Статическое давление на расплав по окончании заполнения формы улучшает контакт затвердевающей корочки и поверхности формы, вследствие чего увеличивается скорость затвердевания отливки. Вместе с тем давление воздуха на расплав в тигле способствует постоянной подпитке усаживающейся отливки диска, в результате чего уменьшается усадочная пористость, возрастает плотность и повышаются механические свойства отливки.

На рис. 8 показан участок цеха, где изготавливают цельные диски способом ЛНД.



Рис. 8. Вид на участок цеха, где изготавливают цельные диски.

Из фото на рис. 8 видно, что извлечение отливок дисков производится с помощью одного робота, который обслуживает сразу три машины для ЛНД. На переднем плане видны отливки с боковой литниковой системой, подведенной в самую массивную часть на ободке диска.

Главным недостатком всех машин для ЛНД является низкая стойкость металлопровода из-за того, что он всё время находится в расплаве и, даже будучи изготовленным из жаропрочной стали, постепенно прогорает. Это недопустимо, так как часть воздуха или газов в раздаточной

печи над зеркалом расплава попадёт в отливку диска, снижая прочность и повышая пористость литой детали.

Для устранения этого дефекта рекомендуется изготавливать металлопровод из дюралюминия марки Д16Т, а затем нанести снаружи и внутри дополнительно гальваническим методом термостойкое покрытие в виде анодной пленки толщиной до 0,5 мм. При этом анодированный слой обладает высокой температурой плавления (до 2323°К), большой твердостью (до 40–50 HRC) и малой теплопроводностью.

Литьё титановых дисков из-за высокой температуры его плавления, равной 1668°C, и очень низкой из-за этого стойкости формы, выполненной даже из жаропрочной стали, и частого прогорания металлопровода вследствие постоянного пребывания в расплаве, изготавливать способом ЛНД не рекомендуется. Поэтому изготавливать титановые диски наиболее целесообразно способом литья по газифицируемым моделям, форма которого выдерживает до 2050°C и выше.

Вывод. Анализ ЛНД цельных дисков показывает, что этим способом целесообразно пользоваться при мелкосерийном и серийном типе производства при литье алюминиевых сплавов с применением робота для удаления из формы отливок из 2-х и более машин. При массовом производстве дисков рекомендуется изготавливать

их из двух частей высокопроизводительным способом ЛПД в простых пресс-формах в автоматическом режиме с дальнейшим сплавлением этих частей в цельный диск с помощью специальных индукторов токами высокой частоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Падерин В. Н. Оборудование и технология заготовительного производства : учеб. пособие для студ. спец. «Автомобильный транспорт» РВУЗ «КИПУ» : в 2 ч. / В. Н. Падерин, У. А. Абдулгасис. – Симферополь : ДИАЙПИ, 2014. – Часть 2. Литье под давлением деталей автомобилей. – 173 с.
2. Падерин В. Н. Оборудование и технология заготовительного производства : учеб. пособие для студ. спец. «Технология машиностроения» РВУЗ «КИПУ» / В. Н. Падерин, А. В. Падерин. – Симферополь : ОСАQ, 2011. – 439 с.