

УДК 621. 762

ИССЛЕДОВАНИЕ ИМПОРТНОГО ГРАНУЛЯТА CATAMOLD 42CRM04 ДЛЯ МИМ-ТЕХНОЛОГИЙ

А.Р. Самборук, Н.В. Дегтярёва, А.А. Антипова, Д.В. Костин

Самарский государственный технический университет
Россия, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Проведено исследование микроструктуры, рентгенофазового и химического состава импортного гранулята для МИМ-технологии Catamold 42CrMo4, что позволило дать рекомендации по подбору отечественных аналогов для полимерной и металлической части гранулята. Определены механические характеристики гранулята Catamold 42CrMo4 – плотность, показатель текучести расплава, насыпная плотность и насыпной вес. Проанализированы зарубежные патенты. Основным патентом для фидстоков фирмы BASF марки Catamold является европейский патент 1992 года EP 046590 по термопластичным композициям для изготовления металлических изделий. На основе данного патента рассмотрены основные критерии выбора связующего, примеры использования разных видов связок, их преимущества и недостатки. В итоге выявлены перспективные направления в области применения связующего для МИМ-процесса.

Ключевые слова: *МИМ-технология, металлическая часть, полимерное связующее, гранулят, полимеры, полиформальдегид, текучесть расплава, плотность, насыпной вес, дифференциально-термический анализ, CATAMOLD.*

Metal Ingection Molding (МИМ) – перспективная технология производства малогабаритных деталей сложной формы как результат объединения метода литья полимерных материалов под давлением с технологиями порошковой металлургии [1].

Преимущества МИМ-технологии:

1. Возможность изготовления изделий сложной формы в массово-серийном производстве.

МИМ-процесс снимает практически все ограничения по сложности формы изготавливаемой детали. Все, что было принципиально невозможно реализовать из-за ограничений механической обработки, теперь доступно.

2. Точность допусков и размеров, не требуется дополнительная механическая обработка.

В настоящее время МИМ-технология позволяет получать детали с минимальной толщиной сечения от 0,4 до 30 мм с допусками в пределах 0,1 мм на каждые 25 мм линейных размеров детали.

3. Возможность получения практически любой поверхности.

МИМ-процесс позволяет придавать поверхностям формируемых деталей

Анатолий Романович Самборук (д.т.н., проф.), преподаватель кафедры «Материаловедение, порошковая металлургия, наноматериалы».

Наталья Валерьевна Дегтярёва, аспирант.

Антонина Александровна Антипова, аспирант.

Дмитрий Владимирович Костин, студент.

практически любые свойства – от очень гладких до текстурированных.

4. Увеличение прочности деталей за счет варьирования рецептур гранулятов.

В рецептуру гранулята вводятся упрочняющие добавки в виде порошка карбида титана или порошка карбидосталей.

5. Экономия исходных материалов и снижение себестоимости изделий. Сокращение затрат на дорогостоящие фрезы, станки и их обслуживание.

Негативные последствия отсутствия МИМ-технологий в приборостроительном производстве усугубляются тем, что альтернативных технологических решений, имеющих подобные высокие технико-экономические показатели (коэффициент использования материала до 0,95, возможность полной автоматизации производства даже в условиях небольших серий, малостадийность технологии и др.), нет.

К сожалению, возможности отечественных предприятий в применении высокоэффективного процесса инжекционного прессования деталей из мелкодисперсных порошков металла или керамики ограничены отсутствием в России сырьевой базы.

Сырьем для изготовления деталей методом МИМ-технологии являются мелкодисперсные металлические порошки железа и легирующих элементов фракцией от 1 до 20 мкм, смешанные с термопластичным связующим (пластификатором) и специальными смазками. Такая композиция называется гранулятом, или фидстоком.

Немногочисленные частные компании, изготавливающие в России детали по данной технологии, работают на дорогостоящем импортном грануляте (фидстоке) в основном производства фирмы BASF, Германия. Поэтому первоочередной задачей для развития МИМ-технологии в России является разработка отечественного гранулята.

В качестве начального этапа решения поставленной задачи были проведены исследования импортного гранулята Catamold 42CrMo4.

Плотность гранулята Catamold 42CrMo4 определяли после испытания на пластомере при температуре 190 °С. Образцы цилиндрические диаметром 2 мм, длиной от 13,2 до 13,4 мм взвешивали на электронных весах с точностью $\pm 0,0001$ г и измеряли размеры микрометром с точностью $\pm 0,01$ мм (табл. 1).

Таблица 1

Геометрические размеры гранулята Catamold 42CrMo4

№ опыта	Масса образца М, г	Диаметр образца D, см	Длина образца Н, см	Плотность образца, г/см ³
1	0,1894	0,20	1,32	4,57
2	0,1902	0,20	1,33	4,57
3	0,1927	0,20	1,34	4,57

Таким образом, средняя плотность гранулята Catamold 42CrMo4 составляет около 4,57 г/см³.

Измерение насыпного веса гранулята осуществлялось заполнением заданного объема 50 мл навеской гранулята с дальнейшим взвешиванием навески (табл. 2).

Насыпной вес гранулята Catamold 42CrMo4

№ опыта	Заданный объем V, мл	Насыпной вес гранулята, г/см ³
1	50,0	1,32
2	50,0	1,32
3	50,0	1,34

Таким образом, средний насыпной вес гранулята Catamold 42CrMo4 составляет около 1,33 г/см³.

Определение текучести гранулята Catamold 42CrMo4 проводилось на экструзионном гравиметрическом пластометре TWEI Vindex (США). При испытаниях на определение текучести расплава измеряют течение расплавленного полимера через выдавливающий пластометр при заданных условиях температуры и нагрузки. Выдавливающий пластометр состоит из вертикального цилиндра с небольшой головкой диаметром 2,095 мм в нижней части и съемного поршня в верхней части. Порцию материала помещают в цилиндр и предварительно нагревают в течение нескольких минут. Поршень устанавливают на верхнюю поверхность расплавленного полимера, и его вес продавливает полимер через головку на сборную плиту. Количество полимера, собранного после заданного периода испытаний, взвешивают и пересчитывают в количество граммов, которое могло быть выдавлено через 10 мин. Скорость течения расплава выражают в граммах на эталонное время [2].

Среднее значение текучести по результатам 10 опытов при температуре 190 °С и грузе 21,6 кг составило 511 г/10 мин, что несущественно превышает заявленное значение в сертификате на фидсток Catamold 42CrMo4 германской фирмы BASF (200–500 г/10 мин).

Исследование гранулометрического состава и морфологии частиц металлической части гранулята производилось на растровом электронном микроскопе Jeol JSM-6390A.

На рис. 1 представлена фотография гранулята Catamold 42CrMo4.

В состав гранулята входит тонкий микропорошок сферической формы с размером частиц от 1 до 5 мкм.

Для определения содержания металлической части гранулята был использован метод термического разложения органической части на установке для дифференциально-термического (ДТА) и термогравиметрического анализа (ТГА) «Термоскан-2».

Навеска гранулята в количестве 1000 мг помещалась в тигель и нагревалась до температуры 600 °С со скоростью 20 °/мин. При этом полимерная часть выгорала, а остаток соответствовал содержанию металлической части в грануляте.

Для гранулята Catamold 42CrMo4 содержание металлической части составило 88–89 % и соответственно полимерной части – 11–12 %.

Исследование химического и элементного состава частиц металлической части гранулята проводилось на растровом электронном микроскопе Jeol JSM-6390A с микрорентгеноспектральным анализатором JED.

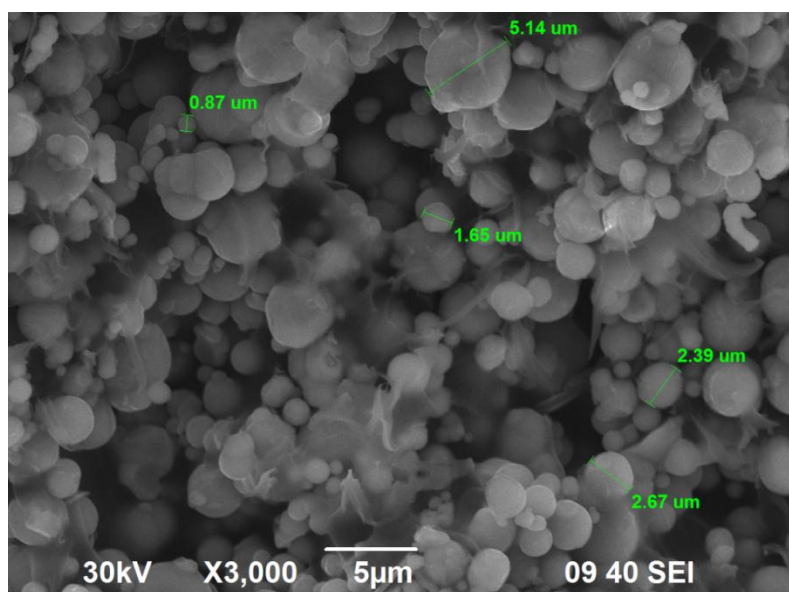


Рис. 1. Фотография гранулята Catamold 42CrMo4 при увеличении X3000

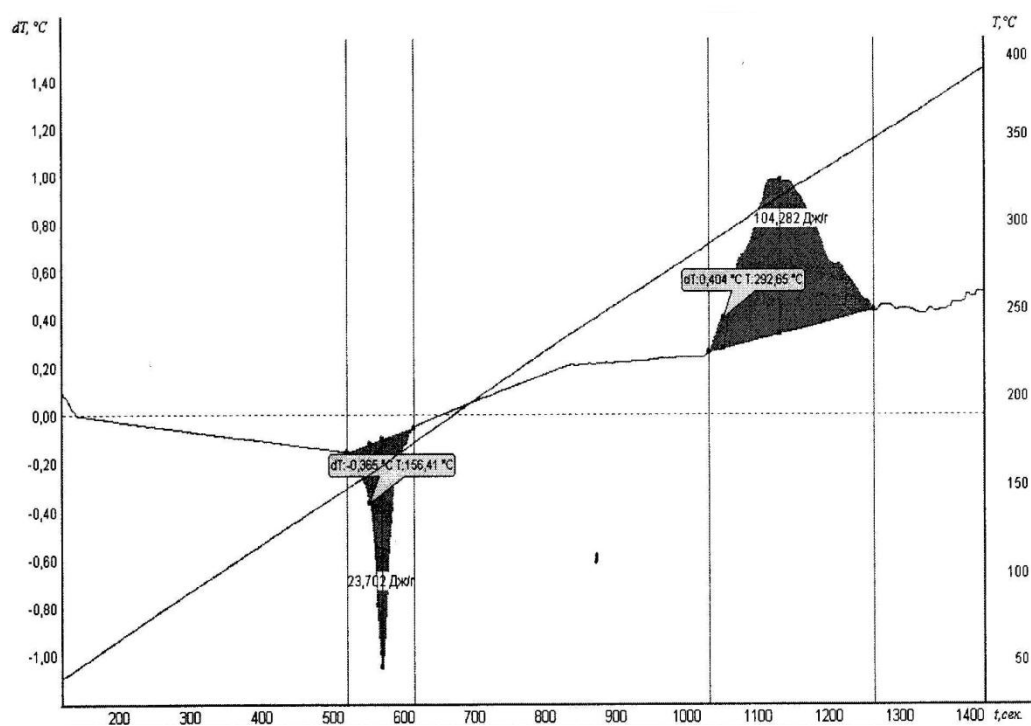


Рис. 2. Термограмма разложения гранулята Catamold 42CrMo4

В результате было установлено, что металлическая часть гранулята Catamold 42CrMo4 состоит из порошка сплава железа (97–98 %), хрома (0,2–0,4 %) и молибдена (0,2–0,3 %).

Исследование полимерной части гранулята Catamold 42CrMo4 проводилось на дифференциальном сканирующем микрокалориметре ДСК-500.

На рис. 2 изображена термограмма разложения гранулята.

При разложении гранулята Catamold 42CrMo4 на дифференциальном сканирующем микрокалориметре ДСК-500 наблюдается два пика: эндотермический и экзотермический.

Эндотермический пик – с удельным тепловым эффектом 23,7 Дж/г и температурой 156 °С – соответствует плавлению полимера. Подтверждается это обратимостью эффекта при нагревании образца до 290 °С и размягчением нагретого образца.

Экзотермический пик – с удельным тепловым эффектом 104,3 Дж/г и температурой 293 °С – соответствует процессу термического разложения полимерной компоненты образца. Данный факт подтверждается потерей массы образца, а также тем, что при последующем нагреве какие-либо термические эффекты в диапазоне температур до 500 °С отсутствуют.

После термического разложения образца остается сухой остаток серого цвета, форма образца сохраняется.

Состав полимерной части Catamold 42CrMo4 исследовался с помощью ИК-Фурье спектроскопии. Были выявлены линии, характерные для полиформальдегида (см^{-1}) 1087,71, 1234,28, а также линии с волновым числом (см^{-1}) 2915,99, 2848,49, 1463,78, 729, характерные для полиэтиленов. Поэтому полимерную фазу составляют полиформальдегид (значительная часть) и полиэтилен (по всей вероятности ПЭВД) [3].

Заключение

Проведенное исследование импортного гранулята Catamold 42CrMo4 позволило сделать рекомендации по подбору отечественных аналогов:

– для полимерной части отечественным аналогом является полиформальдегид с процессинговыми добавками Технасет А-110;

– для металлической части отечественным аналогом металлической части Catamold 42CrMo4 являются карбонильное железо и порошки конструкционных легированных сталей марок 40ХФА и 38ХМ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *German R.M., Bose A.* Injection molding of metals and ceramics – Princeton, New Jersey, USA, 1997. – 414 p.
2. *Пархоменко А.В., Самборук А.Р., Игнатов С.В., Костин Д.В., Шульцимова А.С.* Развитие связующих веществ в гранулятах для МИМ-технологии // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. – № 2 (38). – 2013. – С. 91.
3. *EP Patent 0465940.* Thermoplastic masses for preparing metallic moldings. 1992.

Статья поступила в редакцию 24 апреля 2014 г.

STUDY OF IMPORT GRANULATE CATAMOLD 42CRMO4 MIM FOR TECHNOLOGY

A.R. Samboruk, N.V. Degtyareva, A.A. Antipova, D.V. Kostin

Samara State Technical University
244, Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100, Russian Federation

This paper deals with study of microstructure, X-ray diffraction and chemical composition of import granulate for MIM technology – Catamold 42CrMo4; this study allowed to give recommendations on the selection of the domestic analogues for the polymer and metal parts of the granulate. Mechanical characteristics of the Catamold 42CrMo4 granulate, such as density, melt flow rate, bulk density and bulk weight are determined. Foreign patents are analyzed. The basic patent for the feedstocks of BASF Catamold is European patent EP 046590 issued in 1992 for thermoplastic compositions for the manufacture of metal products. On the basis of this patent, main criteria for the selection of the binder are considered, as well as examples of use of different types of chords, their advantages and disadvantages. As a result, promising directions in the area of the application of the binder for MIM process are determined.

Keywords: *MIM technology, metal part, a polymeric binder, granules, polymers, Acetal, melt flow rate, density, bulk density, thermal analysis defferentsialno, CATAMOLD.*

*Anatoly R. Samboruk (Dr. Sci. (Techn.)), Professor.
Nataliya V. Degtyareva, Postgraduate student.
Antonina A. Antipova, Postgraduate student.
Dmitry V. Kostin, Postgraduate student.*