

**Антонова Елизавета Ивановна,**  
Студент Материаловедение и технологии материалов,  
Кафедра Современные специальные материалы,  
Факультет специальных технологий  
АлтГТУ им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

**Осипов Иван Аркадьевич,**  
Студент Материаловедение и технологии материалов,  
Кафедра Современные специальные материалы,  
Факультет специальных технологий  
АлтГТУ им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ГЛИНЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИТЬЕВЫХ ПРЕСС-ФОРМ В СРЕДЕ БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ**

**Аннотация:** В рамках работы дано определение быстрого прототипирования, рассмотрена технология изготовления пластиковых деталей литьём под давлением в сфере быстрого прототипирования, приведены существующие сложности и недостатки применяемых стандартных методов изготовления литьевых форм. Рассмотрены перспективы применения металлической глины и её преимущества в рамках рассматриваемой области.

**Ключевые слова:** металлическая глина, metal clay, порошковая металлургия, литьевые формы, быстрое прототипирование.

Быстрое прототипирование – технология создания экспериментального образца изделия или его рабочей модели в сжатые сроки с минимальными затратами. В настоящее время данный этап разработки приобретает все большую значимость и получает неимоверное развитие за счёт внедрения технологии 3D печати, моделирования в CAD системах и программах реверсивного моделирования.

Аддитивные технологии открывают широчайший спектр возможностей в рамках быстрого прототипирования, однако, когда дело касается полимерных изделий, получаемых литьём под давлением, то возникает некоторое затруднение:

1. Пластиковые печатные пресс-формы либо не обладают нужной рабочей температурой, либо недостаточно прочны;
2. В лучшем случае выдерживают 1-2 использования.

Обращаясь же к стандартным методам изготовления пресс-форм складывается следующая картина. Требования, предъявляемые к литьевой форме:

1. Прочность и износостойкость — форма должна выдерживать несколько тысяч циклов смыкания-размыкания;
2. Простота изготовления — возможность изготовления формы должного качества в условиях ограниченного технического оснащения;
3. Низкая шероховатость внутренней поверхности;
4. Химическая инертность.

Классическими материалами для изготовления формующих деталей пресс-форм выплавляемых изделий являются сталь, алюминиевые сплавы, формы для литья термопластичных пластмасс в том числе применяют цинк, медь. На первоначальных этапах исследования предполагается подбор материала формы для изготовления изделия простой конфигурации с отсутствием тонких пазов, выступов.



Матрицы простого профиля преимущественно изготавливаются с применением сталей 4X13 (сталь коррозионно-стойкая жаропрочная), У8А (сталь инструментальная углеродистая) твердостью 50-52 HRC. Фасонные поверхности пресс-форм такого типа получают методами механической обработки поверхности с использованием универсально-фрезерных станков с фасонными фрезами. Полученные открытые и закрытые фасонные поверхности, имеющие форму тел вращения, изготавливаются с точностью 0,1-0,2 мм и шероховатостью поверхности до  $Ra=1,25$  мкм [1]. При изготовлении формующих деталей пресс-форм для полимерных изделий чистовую обработку фасонных формующих поверхностей осуществляют после предварительной термообработки, необходимой для достижения требуемых значений твердости изделия. Для используемых марок сталей с твердостью выше 40 HRC применяется элетроимпульсная обработка или обработка торцовыми фрезами, оснащенными эльбором-Р, что позволяет добиться необходимой шероховатости поверхности с точностью 0,68 мкм.

В ряде случаев пресс-формы для отливки термопластичных масс, таких как полиэтилен, капрон, полистирол, изготавливают из сплава цинка и олова в соотношении 9:1 [2]. Мастер-форма изготавливается с учетом усадки отливаемого полимера и полируется до шероховатости  $Ra=0,08$  мкм с последующим хромированием. Отливка изготавливается под давлением. Для повышения мехагических характеристик матрицы используются сплавы алюминия, меди, бериллия.

Методы порошковой металлургии. В классическом понимании порошковая металлургия предполагает изготовление матриц следующим образом: заданная конфигурация и необходимые размеры получают путем засыпания металлического порошка (стальной, железный, никелевый) в стальную мастер-форму, где порошок статически прессуется мастер-пуансоном. Полученную матрицу подвергают предварительному спеканию и допрессовыванию с целью повышения плотности изделия. Завершающим этапом изготовления является окончательное спекание и обработка поверхности, включающая полировку и хромирование. Матрица может подвергаться химико-термической обработке для повышения поверхностной твердости с соблюдением необходимых мер защиты от окисления ввиду пористости изделия. Твердость матриц после обработки, изготовленных из стального порошка ШХ, составляет 55-58 HRC, твердость матриц из железного порошка — 56-57 HRC. Остаточная пористость таких изделий составляет 6-12%, шероховатость поверхности  $Ra=0,63\div 0,32$  мкм [2].

Таким образом, можно смело заключить, что применение описанных методов в контексте быстрого прототипирования неприемлемо, поскольку это нецелесообразно для изготовления экспериментальных образцов, зачастую направленных на проверку правильности принятых конструкционных решений проектировщика. Во-первых – слишком дорого, во-вторых – время изготовления такой пресс-формы занимает слишком много времени и, в-третьих, не окупается, поскольку подобные формы рассчитаны на партии от 1000 образцов.

Однако порошковая металлургия может стать решением данной проблемы. В ювелирном деле уже давно активно применяется металлическая глина (metal clay), представляющая собой смесь металлического порошка с пластификатором, которая при сбрызгивании водой превращается в пластичную массу, напоминающую пластилин. После придания формы деталь запекается в печи и на выходе получается цельнометаллическая деталь.

На сегодняшний день появляется все больше патентов и исследований посвящённых снижению усадки и повышению гладкости поверхности изделий из металлической глины. В том числе рассматривается применение данной технологии не только в ювелирном ремесле, но и в промышленности. Одна из таких перспективных областей – быстрое прототипирование, где станет возможным по напечатанной мастер-модели из выжигаемого пластика быстро создавать пресс-формы для литья пластика под давлением, выдерживающие до 2000 использований.



*Список литературы:*

1. Радзевич С.П. Формообразование поверхностей деталей. Основы теории. Монография — К.: Растан, 2001. — 592с.
2. Палей М. М. Технология производства приспособлений, пресс-форм и штампов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1979. — 293 с.
3. Титов Н. Д., Степанов Ю. А. Технология литейного производства. — М.: «Машиностроение», 1974. — 472 с.
4. Mary, A. D. Introduction to Precious Metal Clay / A. D. Mary, A. W. Randy, Devos Ken. —: Wardell Publications, 2002. — 96 с.

