

## **Применение 3D технологий для изготовления литейных моделей при литье изделий из алюминиевых сплавов**

Соискатели Абдурахмонов Х.З., Камалов Ж.С., Турахужаева Ш.Н., Турсунов Т.Х.  
Научный руководитель д.т.н., проф. Тураходжаев Н.Д.

Узбекско-Японский инновационный центр молодёжи при Ташкентском государственном техническом университете  
г. Ташкент

В настоящее время применение 3D технологий для изготовления машиностроительных деталей является актуальной и перспективной задачей. Ещё в 2010 году канадский инженер Джим Кор официально представил легковой автомобиль Urbee, корпус которого полностью выполнен на 3D-принтере. Учёные из Великобритании первыми показали 3D-принтер, на котором можно было напечатать любую фигурку из шоколада или простую шоколадную плитку. Ученый Италии робототехник Энрико Дини создал принтер D-Shape, который может напечатать макет двухэтажного здания, включая комнаты, лестницы, трубы и перегородки. Он использует только песок и неорганический компаунд. Прочность полученного материала ученые сопоставляют с железобетоном. Учёные Германии разработали селективное лазерное спекание полимерных порошков (Karel Haynz, Martin Kaz). Учёными стран СНГ проведены исследования ресурсосбережению при изготовлении машиностроительных деталей методом 3D печати (Купряков Ю.П., Чахотин В.С., Приходько Ю.И.). Они усовершенствовали конструкцию 3D принтера обеспечив ускоренную подачу расходного материала [1].

Как правило, для 3D-принтеров применяется филаментный (нитевидный) термопластик типа ABS или PLA. Что выбрать для печати - смотрите в статье: Выбор пластика для печати на 3D принтере. Впрочем, иногда применяют и более экзотичные пластики, например можно печатать нейлоном на 3D принтере, фактически используется дешевая леска для триммеров.

Не смотря на разнообразие 3D принтеров, их печатающие головки сделаны по одному принципу и не сильно отличаются друг от друга. К примеру, небольшая 3D ручка Murgwell - это фактически полноценный экструдер заключенный в корпус который удобно держать в руке.

Исследователями Узбекистана ведутся научно-исследовательские работы по применению 3D технологий в литейном производстве. Совместно с исследователями Навоинского горно-металлургического комбината научно-исследовательская группа Узбекско-Японского центра инноваций молодёжи при Ташкентском государственном техническом университете проводили экспериментальные заливки алюминиевых сплавов в формы, изготавливаемые при помощи 3D печати.

Несмотря на большие достижения исследований в области получения отливок аддитивными технологиями, существует немало нерешенных проблем. Например, не разработана технология получения литых заготовок с применением литейной модели, полученной 3D печатью, что снижает расход материала в 1,2-1,3 раза. По результатам исследовательских работ были установлены оптимальные параметры.

Методом 3D печати изготавливали модель отливки, которую формовали с помощью песчанно-глинистых смесей в разовые формы. Заливку расплавленного сплава производили в неразъёмную форму, не вынимая модель. Выбивку отливки производили методом встряхивания вручную. Контроль качества получаемых отливок производили визуально и замером основных геометрических параметров [2].

Полученные результаты и их обсуждение.

По первому варианту исследований, при котором расплав металла заливался непосредственно в форму содержащий модель, 8 из 10 отливок получились с браком по недоливу. Остальные 2 из 10 получились с большим количеством неметаллических включений. Литая заготовка хоть и имела полную конфигурацию модели, имела низкие

показатели по механическим свойствам. Это видимо, связано с образованием большого количества газов при выгорании полимерной модели [3]. Применение дополнительных отверстий и литниковой системы не дали ожидаемого эффекта. Во второй стадии эксперимента получаемая на принтере модель заливалась материалом формы, из которой затем выжигалась в прокалочной печи. При выжигании выделялись горючие газы, которые необходимо было нейтрализовать. Так как существует опасность засорения формы золой выгоревшей модели, материал для изготовления формы подбирали с малой зольностью. В таблице 1 приведены результаты исследований по определению эффективности применения 3Д печати для изготовления моделей. Следует отметить, что температура обработки в прокалочной печи влияет и на прочность формы. Так, например, при выдержке формы в прокалочной печи для выжигания в течение 1 часа, прочность песчанно-глинистой формы увеличилась на 10-12 %, а при выдержке в печи в течение 2 часов, прочность формы увеличилась на 30-35 %. Это, видимо связано со спеканием формовочной смеси как с поверхностной стороны и образованием на внутренней поверхности формы облицовочной корки.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы и рекомендации:

1. Выявлено, что наиболее эффективным методом изготовления моделей и промоделей для изготовления литых заготовок является метод 3Д печати.
2. Выявлено, что при выдержке формы в прокалочной печи для выжигания модели в течение 1 часа, прочность песчанно-глинистой формы увеличивается на 10-12 %, а при выдержке в печи в течение 2 часов, прочность формы увеличивается на 30-35 %
3. Выявлено, что применение прокалочного режима выведения модели из песчанно-линистой формы свыше 2 часов приводит к образованию шероховатости на поверхности отливки за счет механического смешивания продуктов химической реакции между расплавом и полимерной коркой.
4. Выявлено, что для моделей, изготавливаемых на основе 3Д печати применение в качестве материала PLA является наиболее эффективным.

Приведённые выводы могут быть использованы при разработке технологии изготовления литых заготовок по газифицируемым моделям.

#### Список использованной литературы

1. Материалы II-ой Международной конференции «Аддитивные технологии и 3D-печать: в поисках новых сфер применения» и ознакомиться с передовым опытом мировых лидеров отрасли. Москва, 2017.- С. 34-56.
2. Материалы третьей ежегодной Международной конференции по цифровому производству - выставка-конференция 3D-технологий «Тор 3D Expo» «Цифровое производство 2018». Москва, 2018. - С.17-45.
3. Тураходжаев Н.Д., Абдурахманов Х.З., Турсунов Т.Х., Якубов Л.Э. Математическая модель теплообменного процесса в песчанно-глинистой форме. //Сборник научных статей Международной научно–практической конференции «Современные наукоёмкие технологии: приоритеты развития и подготовка кадров». – Набережные Челны, 2018. - С. 44-49.