

УДК 621.745

**«РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТЫХ
ЗАГОТОВОК С ПРИМЕНЕНИЕМ 3Д ПЕЧАТИ»**

Х.З.Абдурахманов, Э.И.Садиков, М.Кузимуродов, Н.Д.Тураходжаев

Введение. На сегодняшний день получению качественных машиностроительных деталей уделяется особое внимание. В научно-исследовательских институтах и учреждениях ведутся ряд исследовательских работ по усовершенствованию технологии плавки, заливки и обработки для получения литейных изделий. Процесс изготовления литых деталей протекает в сложных условиях труда и сопровождается выделением большого количества тепла и химических веществ. Кроме того, для получения формы детали, необходимо изготовить модель отливки, процесс которого занимает большое количество времени и капитальных затрат. Для снижения вышеуказанных затрат ведутся исследовательские работы по нескольким направлениям. Одним из этих направлений является разработка аддитивных технологий по изготовлению литейной формы или модели. В последнее время изготовление машиностроительных деталей методом 3Д печати получило широкое применение. Однако 3Д метод изготовления машиностроительных деталей имеет свои недостатки, которые в первую очередь связаны с дороговизной процесса. Получение качественных литых заготовок посредством 3Д печати не самой детали, а её модели может быть довольно перспективным и эффективным. В традиционном процессе литья мастер-модель можно изготовить вручную или с помощью механической обработки. Вручную некоторые формы изготовить невозможно. Для изготовления мастер-моделей используют пятиосевые обрабатывающие центры с ЧПУ, что значительно увеличивает возможное разнообразие форм, но и стоимость такой восковки или мастер-модели заметно увеличивается. Такой путь получения отливки актуален для массового производства, в малой и средней серии он, чаще всего, экономически нецелесообразен — тут применение 3D-печати более

рационально[1].

Объекты и методика исследований. Объектом исследований является 3Д принтер «DELTA» модели. Для определения эффективности применения 3Д печати использовали методику расчета экономической целесообразности в зависимости от капитальных затрат. В лаборатории кафедры «Литейные технологии» Ташкентского государственного технического университета и в лаборатории «Машиностроение и материаловедение» Узбекско-Японского молодежного центра инноваций проводили исследовательские работы, для изготовления литых заготовок по газифицируемым моделям. Для этой цели были установлены 3Д принтеры конструкции FDM — струйная технология изготовления изделий. При использовании этой технологии работа принтера происходит непосредственно от пластиковых катушек, заправленных в экструдер. Основным принципом работы этой конструкции является расплавление пластикового прута, образование из этого прута жидкой фазы и нанесение расплавленного материала на платформу с заданными параметрами. Для начальных исследований применяли 3Д принтер типа CubeX, а во втором этапе применяли принтер типа CubeXDuo. В качестве расходного материала применялись

- ABS — бесцветный ударопрочный термопластичный материал, используемый для печати простых прототипов. Этот материал легко поддается постобработке, отлично полируется парами ацетона.

- PLA — органический пластик, имеющий низкую температуру плавления и высокие технические характеристики относительно удержания формы модели в процессе печати.

Методом 3Д печати изготавливали модель отливки, которую формовали с помощью песчанно-глинистых смесей в разовые формы. Заливку расплавленного сплава производили в неразъемную 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. 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 приведены результаты исследований по определению качества отливок, получаемых при помощи промодели изготовленных 3Д печатью.

Таблица

Результаты исследований по определению качества отливок, получаемых при помощи промодели изготовленных 3Д печатью.

№	Метод изготовления модели и промодели	Материал модели и промодели	Качественные показатели отливок	Примечание
1		Древесина		
		Гипс		
		ABS		
		PLA		

Изготовление	Традиционные технологии	Аддитивные технологии	Основное преимущество
Готовое изделие или мастер-модель	Изготовление ручную или на станках	Печать с помощью всех доступных на рынке материалов. При этом прямая печать металлами на данный момент дороже, чем литье.	Скорость, высокая точность и детализация
Литейная модель	Изготовление ручную или на станках и с последующим выплавлением или выжиганием из формы	<p>Печать с помощью воска, пластика и полимеров</p> <p>Технологии: FDM (FFF), SLS, SLA, DLP</p> <p>Материалы: воск (выплавление), REC Cast (выжигание), PMMA (выжигание), фотополимеры</p>	Скорость, низкая зольность, умеренная точность
Песчано - глинистая форма	Изготовление литейных форм возможно только после формовки по мастер-модели	<p>Литейные формы можно напечатать сразу.</p> <p>Технологии: Binder Jet, SLA</p> <p>Материалы: литейный песок</p>	Скорость, высокая точность

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы и рекомендации:

1. Выявлено, что наиболее эффективным режимом нагрева шихты при плавке медных сплавов с использованием стружки до 20-25 %, является интервал температур 450-550 °С.

2. Выявлено, что с нагревом шихты свыше 600 °С образуются поверхностные газовые включения в шихте, которые в свою очередь диффундируют в расплав.

3. Предварительный нагрев медной шихты перед загрузкой в индукционные печи позволяет снизить газовые и окисные включения в 1,5-1,6 раза.

Эти выводы могут быть использованы при разработке режима ведения плавки медных сплавов в электрических печах с использованием в шихте стружки и других отходов производства с высокой удельной поверхностью.

Список литературы

1. Тураходжаев Н.Д., Туляганов Э.Х., Турсунов Т.Х., Якубов Л.Э., Процесс плавки медных сплавов в электрошлаковых печах. //ТошДТУ хабарлари. – Ташкент, 2015. - № 3. - С. 85–90.

2. Salokhiddin Nurmurodov, Alisher Rasulov, Nodir Turakhodjaev, Kudratkhon Bakhadirov, Lazizkhan Yakubov, Khusniddin Abdurakhmanov, Tokhir Tursunov. Development of New Structural Materials with Improved Mechanical Properties and High Quality of Structures through New Methods. Journal of Materials Science Research, Canada. Canadian Center of Science and Education. Vol.5, 2016. № 3. – S. 52-58.

3. Тураходжаев Н.Д., Абдурахманов Х.З., Турсунов Т.Х., Якубов Л.Э. Математическая модель теплообменного процесса в газовой печи. //Сборник научных статей Международной научно–практической конференции «Современные наукоёмкие технологии: приоритеты развития и подготовка кадров». – Набережные Челны, 2014. - С. 84-89.

Якубов Лазизхон Эргашханович – старший преподаватель кафедры «Технология машиностроения» Алмалыкского филиала Ташкентского государственного технического университета;

Низамова Дилрабо – старший преподаватель Ташкентского государственного технического университета;

Ташбулатов Шерзод Бахтиярович – докторант кафедры «Литейные технологии» Ташкентского государственного технического университета, младший научный сотрудник Узбекско-Японского Молодёжного Центра инноваций;

Чоршанбиев Шухрат Махматмуродович – докторант кафедры «Литейные технологии» Ташкентского государственного технического университета, младший научный сотрудник Узбекско-Японского Молодёжного Центра инноваций;

Турдиев Фаррух Фарход угли- студент группы 101-16 Ташкентского государственного технического университета;

Тураходжаева Фазилатхон Нодир кизи – студентка группы 57-16 БТ Ташкентского государственного технического университета, сотрудник Узбекско-Японского Молодёжного Центра инноваций;

Тураходжаев Нодир Джахонгирович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Литейные технологии» Ташкентского государственного технического университета, заведующий лабораторией «Машиностроение и материаловедение» при Узбекско-Японском Молодёжном Центре инноваций.

«РАЗРАБОТКА РЕЖИМА НАГРЕВА ШИХТЫ ПРИ ПЛАВКЕ МЕДНЫХ СПЛАВОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЕЧАХ»

**Н.Д.Тураходжаев, Л.Э.Якубов, Ш.Б.Ташбулатов, Ш.М.Чоршанбиев,
Ф.Н.Тураходжаева**

Ключевые слова:

Медь, стружка, окисные включения, нагрев, плавка, диффундирование, поверхность, индукционная печь, печь сопротивления, электрошлаковая печь.

Приводятся результаты исследований по определению влияния режимов нагрева шихты перед загрузкой, при плавке медных сплавов. Даются результаты исследований и рекомендации по нагреву шихты для снижения угара при плавке в индукционных печах, печах сопротивления и электрошлаковых печах с графитовыми электродами.

**«МИС ҚОТИШМАЛАРИНИ ЭЛЕКТР ПЕЧЛАРИДА
СУЮҚЛАНТИРИШ ДАВРИДА ШИХТАНИ КИЗДИРИШ РЕЖИМИНИ
ИШЛАБ ЧИҚИШ»**

**Л.Э.Якубов, Ш.Б.Ташбулатов, Ш.М.Чоршанбиев, Ф.Н.Тураходжаева,
Н.Д.Тураходжаев**

Калит сузлар:

Мис, стружка, окис кушимчалар, киздириш, суюклантириш, сингиш, юза, индукцион печи, каршилик печи, электрошлак печи.

Мис котишмаларини суюклантиришда шихтани киздириш режимларини аниклаш тадкикотларининг натижалари келтирилган. Индукцион печи, каршилик печи ва графит электроди булган электршлак печида мис котишмаларини суюклантиришдан олдин шихтани киздириш тадкикотларининг натижалари ва тавсиялари келтирилган.

**« DEVELOPMENT OF THE CHARGE HEATING MODE DURING
MELTING OF COPPER ALLOYS IN ELECTRIC FURNACES »**

**L.E.YAKUBOV, SH.B.TASHBULATOV, SH.M.CHORSHANBIEV,
F.N.TURAKHODJAEVA, N.D.TURAKHODJAEV**

Key words:

Copper, chips, oxide inclusions, heating, melting, diffusion, surface, induction furnace, resistance furnace, electroslag furnace.

The results of studies to determine the influence of the heating regime of the charge before loading, when smelting copper alloys, are given. The results of

research and recommendations on the heating of the charge to reduce carbon loss during smelting in induction furnaces, resistance furnaces and electroslag furnaces with graphite electrodes are given