

ной части отливки. Угары определялись путем сравнения результатов химического анализа с расчетными значениями содержания легирующих элементов в шихте.

Анализ плавов показал:

- угар хрома и углерода практически не зависит от их концентраций в шихте и находятся соответственно в пределах 4,6–5,9 % и 10–12 %;

- угар марганца и кремния по абсолютному значению практически неизменен, а в процентном соотношении зависит от концентраций этих элементов в шихте (для марганца – от 8 до 20 %, для кремния 13–24 %);

- угар железа незначителен и находится в пределах от 1,7 до 3,4 % (в среднем около 2,5 %). Основным определяющим фактором угара железа является фракционный состав металлошихты;

- угары вредных примесей – серы и фосфора – находятся в среднем в пределах 40–45 %.

### Список литературы

1. *Поволоцкий Д. Я.* Электрометаллургия стали и ферросплавов / М.: Металлургия, 1974. – 551 с.

УДК 669.295-131.4

**О.О. Савінок, В.І. Гонтаренко, О.С. Сергієнко**

Запорізький національний технічний університет, Запоріжжя

### ТЕХНОЛОГІЇ 3D ДРУКУ У ЛИВАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

3D друк – процес виготовлення фізичного об'єкту, шляхом пошарового нанесення матеріалу(звідси походить узагальнена назва Additive Manufacturing – від слова additive – добавка, доповнення). Перші прилади з'явилися у «80-тих роках у Японії, Хідео Кодама винайшов систему швидкого прототипування [1], у якій застосовувалися фотополімери. Згодом, у 1984р. Чарльз Хал (засновник компанії 3D Systems Corporation – і до сьогодні один з лідерів галузі) винайшов стереолітографію»[1], і поступово, крок за кроком, інноваційна технологія, шляхом удосконалення та застосу-

вання нових засобів друку та застосовуючи нові матеріали переростала, від новітнього засобу прототипування у повноцінну виробничу технологію.

На сьогодні адитивні технології є універсальними засобами виробництва, які охопили широкий спектр застосувань, такі як: мистецтво, медицина, архітектура, будівництво, ювелірна справа, промислове застосування і навіть при друку їжі. Також технології, фактично можуть застосовуватися на будь-якій стадії створення виробів (проектування або прототипування, дизайн, випробування та безпосередньо виробництво).

Конкретно у ливарному виробництві весь спектр можливостей адитивних технологій, потенційно, здатний спричинити значні зміни, як у технологічних процесах так і у технологіях в цілому. Так як, дані технології здатні: по-перше – на стадії проектування виробу, або технологічного процесу для існуючого виробу, визначити «слабкі місця» до початку виробництва (шляхом моделювання з використанням подібних матеріалів); по-друге – вносити значні корективи в існуючі технології, шляхом створення (безпосереднього друку, або друку допоміжних засобів) елементів технологічного процесу, таких як моделі, форми; по-третє – 3D друк являється технологією здатною створювати вироби з металу, проте данні технології доволі коштовні на даний момент, і застосовуються, як правило для спеціальних виробів (наприклад з титану).

Як приклад застосування у ливарному виробництві можна навессти технологію яка застосовується у технологічних процесах лиття за моделями що витоплюються, моделями що випалюються. Основна відмінність цих технологій полягає у матеріалі який застосовується для створення моделей, для витоплюваних моделей – маси на восковій основі, для моделей що випалюються – пластик.

Застосування тривимірних технологій дозволяє оптимізувати процес, шляхом друку моделей. У випадку технології за витоплюваними моделями, моделі виготовляються за технологією багатоструменевого друку (MultiJet Printing, MJP). Матеріал – віск або фотополімер. Якщо порівнювати віск і фотополімер, то останній виграє в плані якості надрукованої моделі, міцності і вартості, однак за якістю кінцевого відлитого виробу перевага, безумовно, на стороні воску [2].

Для технології лиття за моделями що випалюються зміни більш суттєві. Основними недоліками пластика являються: зольність, висока тривалість випалювання, створення внутрішнього тиску на форму (під час випалювання за рахунок термічного розширення моделі). «Щоб уникнути термічних напружень при гартуванні, і була розроблена технологія QuickCast. Зовнішні стіни моделі друкуються цілком (приблизно 1

мм завтовшки, в залежності від габаритів), а порожнина, яка утворюється усередині, заповнюється стільниковою структурою, яка генерується програмним забезпеченням в автоматичному режимі ще до друку. При нагріванні модель і оболонка тиснуть один на одного, і за рахунок тонкостінної структури модель починає складатися всередину, запобігаючи руйнуванню форми [3].

Перевагами застосування даних технологій є: висока точність друку; економія часу та коштів, за рахунок мінімізації обробки, зменшення об'єму моделей та відсутності оснащення. Подібні технології за рахунок високої точності друкованих моделей, можуть бути використані у технологічних процесах відповідальних виробів.

Головним недоліком подібних інновацій, є необхідність великих, початкових вкладень, про інші недоліки говорити складно, так як дані технології не набули широкого поширення, на даний момент.

### Список літератури

1 [Електронний ресурс] / Режим доступу: www / URL: [http: // www.3dpulse.ru/news/interesnoe-o-3d/kratkaya-istoriya-3d-pechati/](http://www.3dpulse.ru/news/interesnoe-o-3d/kratkaya-istoriya-3d-pechati/)

2 [Електронний ресурс] / Режим доступу: www / URL: [http: // blog.iqb-tech.ru/3d-printing-wax](http://blog.iqb-tech.ru/3d-printing-wax)

3 [Електронний ресурс] / Режим доступу: www / URL: [http: // blog.iqb-tech.ru/additive-technologies-cavityless-casting.](http://blog.iqb-tech.ru/additive-technologies-cavityless-casting)

УДК 621.742

**Ю.А. Свинороев**

Каменский институт (филиал), Южно-российский государственный политехнический университет им. М.И. Платова, г. Каменск – Шахтинский

### **РАЗУПРОЧНИТЕЛИ КОМПЛЕКСНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ЖИДКОСТЕКЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ**

Цель работы состояла в поиске эффективных разупрочняющих добавок для жидкостекельных связующих материалов, позволяющих эффективно и комплексно