

Модифицирующая смесь для силуминов

Студент гр. 104110 Лысаковский Г.А.
Научный руководитель – Задруцкий С.П.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Повышение эффективности модифицирования эвтектики в силуминах карбонатными композициями уже длительное время привлекает внимание исследователей и производителей. Перспективным представляется использование карбоната стронция, модифицирование которым обеспечивает наряду с экологической безвредностью процесса обработки расплава длительное сохранение модифицирующего эффекта.

Применение дисперсного карбоната стронция для модифицирования эвтектического кремния в сплаве АК9ч дает нестабильные результаты связанные с нестабильным усвоением стронция из карбоната стронция по многим причинам. Совместное использование смеси дисперсных карбонатов стронция и кальция несколько повышает стабильность процесса.

В настоящей работе была сделана попытка изучения модифицирующей эффективности смеси карбоната стронция и хлористого аммония (содержание последнего составляло от 10 до 70%).

Определено, что использование карбоната стронция совместно с хлористым аммонием для диспергирования включений эвтектического кремния в АК9ч обеспечивает достаточно высокую стабильность процесса при удовлетворительной степени модифицирования эвтектики. Однако необходимо также отметить существенное увеличение рассредоточенной газоусадочной пористости в полученных образцах, которое превосходит аналогичные показатели при использовании лигатуры алюминий-10% стронция и классического 4-х компонентного флюса.

Дальнейшие исследования будут направлены на поиск рациональных составов и технологий диспергирования эвтектического кремния в силуминах с использованием в качестве модифицирующей добавки смеси карбоната стронция и хлористого аммония.

Современные тенденции использования технологий 3D-печати в производстве

Студенты: гр.10405113 Красовский А.Л., гр. 10405112 Аль-Кадыми О.Г.
Научный руководитель – Бежок А.П.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Метод литья по выплавляемым моделям, позволяющий изготавливать практически из любых сплавов различные, в том числе весьма сложные по конструкции и тонкостенные отливки, массой от долей грамма до сотен килограммов с высоким для литых изделий качеством поверхности и точностью размеров, известен с глубокой древности.

Достоинства метода дают возможность максимально приблизить отливку к готовой детали, а в ряде случаев получить её без дополнительной обработки перед сборкой. Традиционный метод ЛВМ основан на изготовлении отливок по выплавляемым восковым моделям.

Для получения восковых моделей, как правило, необходимо изготовить специальную оснастку, а окупаемость такого производства может быть лишь в условиях большой серийности, устойчивости и неизменности конструкции деталей достаточно продолжительное время.

В том случае, если производство изменяется мобильно или нужно опробовать и отработать конструкцию детали или всего механизма, изготовить опытный образец или когда конструкция детали настолько сложна, что сложно изготовить даже восковую модель, необходимо использовать различные методы прототипирования, когда модель будущей отливки при помощи специального оборудования и программного обеспечения строится или выращивается непосредственно по компьютерной 3D модели.

Кроме этого в последние годы крупные промышленные компании начали использовать технологию прямой 3D-печати в повседневном производстве металлической продукции.

Время, требуемое для печати одной детали, представляет собой одну из основных сложностей в применении данной технологии, так как это довольно длительный процесс, где практически отсутствует эффект масштабирования.

Можно сделать деталь, скажем, за 10 часов. Если это только одна деталь, то данная ситуация предоставляет возможность сэкономить, однако если нужно произвести 10 000 деталей, лучше, пожалуй, использовать литье.

Материалы, которые используются в 3D-печати, дороже традиционных, хотя цены на них неуклонно снижаются. По мере роста спроса на 3D-печать их стоимость еще больше уменьшится.

Таким образом, при помощи 3D-печати выращивается не просто восковая модель, по которой будет отливаться опытная деталь, но сразу сама деталь. Инженеры Ford используют 3D-принтеры для производства опытных образцов запчастей для тестовых автомобилей. В инженерном центре Beech Daly Technical Center они на промышленных 3D-принтерах выпускают опытные образцы крышек цилиндра, тормозных дисков, осей за существенно меньшее время, чем при традиционном способе производства. Используя 3D-печать, Ford в среднем экономит около месяца при производстве опытного образца крышки цилиндра для своего семейства экономичных двигателей EcoBoost. Эта сложная деталь включает многочисленные порты, каналы, проходы и клапаны для перекачки топлива и воздуха. Традиционный процесс литья, который требует разработать форму и инструмент для вытачивания заготовки, занимает четыре-пять месяцев.

Инженеры также могут одновременно произвести несколько крышек цилиндра и протестировать различные опытные образцы одной детали, чтобы выбрать наилучшую модель для последующего производства.

Немецкая Siemens использует 3D-печать для выпуска запасных частей к газовым турбинам. Это позволяет ей ускорить проведение ремонтных работ (в некоторых случаях, например, при ремонте двигательных установок – с 44 недель до четырех) и снизить издержки.

В июле 2013 г. американское космическое агентство NASA сообщило, что провело успешные испытания детали двигателя для ракеты, а именно форсунки, изготовленной методом 3D-печати. В заявлении NASA говорилось, что обычно на ее изготовление уходит год, но новая технология помогла сократить этот срок менее чем до четырех месяцев, а затраты – более чем на 70%.

Что касается литейного производства, то в промышленности широкое распространение получили технологии быстрого прототипирования на основе лазерной стереолитографии (фотополимеризации) - SLA, SLS- технологии (**Selective Laser Sintering** - спекание порошковых материалов при помощи CO₂ лазера) и FDM-процесс (послойное наложение расплавленной полимерной нити). Применение этих технологий позволяет непосредственно получать материальные модели (макеты, копии) требуемой детали, минуя стадию традиционного изготовления деревянной оснастки. Модели «выращиваются» из синтетических материалов и затем используются для получения литейных форм для получения отливок по выплавляемым или выжигаемым моделям, либо в качестве литейной оснастки для формовки, например песчаных форм. С помощью лазерного спекания песка могут быть получены также песчаные стержни и формы любой сложности для непосредственной заливки их жидким металлом.

Пример использования стереолитографических моделей для литья по выплавляемым моделям приведен на рисунке 1 (пластиковые стереолитографические модели рабочих колес для водометных движителей, изготовленные по ним восковые модели («восковки») и готовая отливка).



Рисунок 1 – Пример использования стереолитографических моделей для литья по выплавляемым моделям

Готовая квазитонкооболочечная пластиковая модель (а) и модель на стадии производства с подпорками, изготовленная на стереолитографе для отработки технологии изготовления оснастки путем выжигания пластиковой модели для литья жаропрочных сплавов (диаметр – 209 мм, толщина стенки – 0,6 мм, минимальная толщина пера лопатки – 0,3 мм) представлена на рисунке 2.

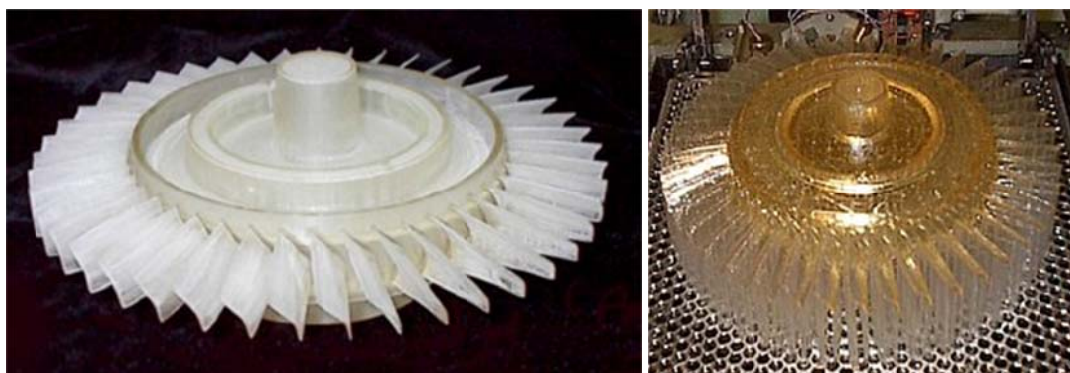


Рисунок 2 – Квазитонкооболочечная пластиковая модель

При использовании SLS- технологии (**Selective Laser Sintering** - спекание порошковых материалов при помощи CO₂ лазера) 3D объект создаётся из порошкообразных материалов - пластик, металл, нейлон и керамика. Лазерный луч, попадая на тонкий слой порошка, спекает порошковые частицы, которые формируют твердую массу, по форме соответствующую CAD-модели и определяющую геометрию детали.

Модели из полистирола, полученные по SLS-процессу предназначены для получения отливок методом «выжигаемых моделей». После построения модель весьма хрупкая и требует бережного обращения. Для придания модели большей прочности её пропитывают расплавленным парафином (инфильтрация), после чего модель готова для заливки формовочной смесью и последующих технологических операций.

При помощи лазерного спекания кварцевого песка можно получать стержни и формы для заливки любой степени сложности (рисунок 3).



Рисунок 3 – Песчаные формы головки цилиндра и блока цилиндров полученные по SLS-процессу

Спекание металлических порошков даёт возможность получения готовых изделий любой сложности (рисунок 4).



Рисунок 4 – Готовые металлические детали, полученные спеканием металлических порошков

При *FDM*- процессе термопластичный моделирующий материал подаётся через экструзионную (выдавливающую) головку с контролируемой температурой, нагреваясь в ней до полужидкого состояния. Выдавливающая головка наносит материал с высокой точностью тонкими слоями на неподвижное основание. Разработчиком технологии FDM и производителем оборудования является компания Stratasys.



Рисунок 5 – Примеры прототипов, изготовленных из ABS пластика по технологии FDM

Ещё одна интересная с точки зрения литейного производства технология реализована в принтерах компании 3D Systems - ProJet CP 3000. ProJet CP 3000 - 3D принтер, начинающий линейку 3D-

принтеров, строящих детали из фотополимера с поддержкой из воска, который в последствии легко удаляется. Нанесение основного материала и воска осуществляется инъекционной головкой одновременно. Основной слой при этом засвечивается ультрафиолетовой лампой. Основное назначение ProJet CP 3000 - создавать мастер-модель, которая послужит для создания литьевых форм с помощью литья по выплавляемым моделям. Высокое разрешение, минимальная толщина стенки позволяют создавать прототипы ювелирных изделий или детали с высокой точностью (рисунок 6).



Рисунок 6 – Прототипы высокого и низкого разрешений, полученные на принтере ProJet CP 3000

Эта технология называется **Multi-jet Modeling (MJM)** является гибридной между *STL* и *FDM* – используются фотополимеры ультрафиолетового отверждения как в *STL* процессе, а способ формирования слоя похож на *FDM*.

УДК 621.74:669.018

Влияние неметаллических включений на качество стального литья

Студенты: гр.104110 Никитюк П.А., гр.104111 Ринкунас В.Е., Самута С.В.
Научный руководитель – Немененок Б.М.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

При производстве отливок из стали первостепенное значение приобретают вопросы качества отливок, снижения металлоемкости и себестоимости при одновременном увеличении ресурса эксплуатации.

Большое влияние на качество отливок из стали отказывают неметаллические включения и, в первую очередь, их природа и характер распределения. Для улучшения качества конструкционной стали необходимо снижать содержание вредных примесей и применять рациональные методы раскисления-модифицирования, что благоприятно изменяет характер и форму включений.

Управление природой неметаллических включений для получения заданных свойств - одно из основных научных направлений в металлургии стали. Для значительной части сортамента стальных отливок установлены однозначные зависимости «включения-свойства», позволяющие прогнозировать технологические процессы и свойства отливок.

Важное значение приобретает снижение содержания в стали примесей кислорода, серы и фосфора. Снижение концентрации кислорода и серы позволяет повысить чистоту стали по оксидным, сульфидным и оксисульфидным включениям; снижение содержания фосфора способствует упрочнению металлической матрицы. Раскисление стали алюминием обеспечивает снижение содержания кислорода до 0,004 % и получение относительно чистой стали по оксидам. Однако еще недостаточно внимания уделяют процессам десульфурации и дефосфорации, т.к. фактическое содержание серы и фосфора в промышленных плавках обычно превышает 0,02 %, достигая на отдельных заводах 0,04-0,05 %, что допускается стандартами