

Литература.

1. Гурова С.А., Гурова Л.М. Экономические аспекты развития отечественной металлургии на современном этапе // Сталь. – 2011. – № 12. – С. 67-70.
2. Машковцев Г.А. Современное состояние минерально-сырьевой базы черной металлургии России // Сталь. – 2008. – № 3. – С. 14–18.
3. Романова О.А. Условия и факторы структурной модернизации региональной промышленной системы // Экономика региона. – 2011. – №2. – С. 40-48.
4. Технология марганцевых ферросплавов. Ч. 1. Высокоуглеродистый ферромарганец / В. И. Жучков, Л. А. Смирнов, В. П. Зайко, Ю. И. Воронов. – Екатеринбург: НИСО УрО РАН, 2007. – 410 с.
5. Тигунов Л.П., Смирнов Л.А., Менаджиева Р.А. Марганец. Геология, производство, использование. – Екатеринбург: АМБ, 2006. – 184 с.

### СОЗДАНИЕ ВОСКОВЫХ ОТЛИВОК С ПОМОЩЬЮ 3D ПРИНТЕРА

*Е.Г. Осипов, студент группы 10В41,  
научный руководитель: Сапрыкин А.А.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Способ литья различных изделий при помощи восковых отливок известен из глубокой древности. Он применяется для изготовления деталей высокой точности и сложной конфигурации, невыполнимых другими методами литья[1]. Традиционная технология получения отливок выполняется по схеме – разработка конструкторской документации, изготовление мастер-модели и т.д. Наиболее трудоемкой частью этого процесса является изготовление мастер-моделей в соответствии с требованиями к будущей отливке.

Мастер модели изготавливают либо в ручную мастер модельщиками либо фрезеруют из мягких металлов пластмасса или дерева на станках ЧПУ[2]. Следующим этапом является создание пресс-формы из резины которую заполняют воском, после затвердевания воска из пресс-формы извлекают готовую отливку из воска. Весь этот процесс занимает достаточно много времени, а для изготовления сложных моделей приходится создавать модель по частям а после спаивать части между собой. Способ литья по восковым моделям достаточно сложный и занимает достаточно много времени, ко всему этот процесс достаточно дорой для единичного производства. Традиционный способ создания отливок откупается только при массовом производстве деталей[2].



Рис. 1. Пресс-форма с готовой восковкой [1]

Последние два десятилетия активно развивается альтернативный способ создания трехмерных объектов, получивший название «быстрое прототипирование». Данная технология стала широко использоваться благодаря скорости создания восковой модели ее дешевизне и возможности создавать уникальные изделия, которые практически невозможно получить традиционными методами. Данная технология стала решением для изобретателей и конструкторов которым часто требуется малосерий-

ное изготовление деталей. В отличие от классического формообразования, где от заготовки отсекается все лишнее, при быстром прототипировании деталь выращивается послойным добавлением материала в соответствии с геометрией CAD- модели.

Прототипирование дает возможность корректировать изделие еще на стадии его проектирования, что позволяет уменьшить затраты средств и времени на изготовление модели [5].



Рис. 2. Технология получения мастер- модели [3]

Весь процесс выполняется на специально созданных для этого устройствах - 3D принтерах. Данный метод имеет огромный потенциал для развития возможностей отечественного проектирования и производства [3]. На данный момент самым экономичным методом создания мастер-моделей для литейного производства является технология Fused Deposition Modeling (FDM) суть метода заключается в выращивании восковой модели путем наложения нагретой до полужидкого состояния восковой нити в соответствии с математической моделью детали созданной в системе CAD. Математическая модель передается в формате STL в специальное программное обеспечение Insight, которое автоматически оптимально ориентирует ее относительно рабочей зоны установки и разбивает на горизонтальные слои. Затем в Insight автоматически определяется необходимость применения поддерживающих элементов для нависающих частей детали. Сгенерированные данные отправляются на установку, и начинается послойное создание модели [3].



Рис. 3. Создание восковой модели на 3D принтере для воска [4]

Так же существует технология быстрого создания восковых моделей SLS/HPRS заключающаяся в послойном наращивании порошкового воска спекающегося лазером в соответствии с геометрией математической модели, созданной в системе CAD

Исходя из выше перечисленных достоинств технологии быстрого прототипирования в изготовлении восковых отливок, по сравнению с традиционными методами их производства можно сделать вывод о высокой эффективности данной технологии и долгосрочных перспективах в производстве восковых моделей

Литература.

1. «3Dindustry все о 3D печати» статья: «3D принтеры или традиционные технологий» [Электронный ресурс]- режим доступа: <http://www.3dindustry.ru/article/2506/> (дата обращения- 18. 02. 2016

2. Аддитивные Технологии в литейном производстве [Электронный ресурс]- Режим доступа: [http://xn--b1afbqqhyhj.xn--p1ai/news/15/Additivnye\\_tehnologii.pdf](http://xn--b1afbqqhyhj.xn--p1ai/news/15/Additivnye_tehnologii.pdf) (дата обращения- 25.02.2016)
3. Ильюшенко Н.В., Селезнев В.А., Уланович А.В. Электронный информационный образовательный ресурс: <Объемное компьютерное 3D моделирование изделий и их изготовление из пластика методом прототипирования> Свидетельство о регистрации электронного ресурса ОФЭРНиО РАО ГАН №18466 от 24.07.2012
4. Новые 3D принтеры Пеле Экструдер [Электронный ресурс] режим доступа: <https://filacart.com/blog/south-africas-fouche-3dprinting-announces-new-waltruder-8-pellet-extruder/> (дата обращения 28.02.2016)
5. Многоструйное моделирование (ММ) технология настоящего и будущего [Электронный ресурс]- режим доступа: <http://3dprofy.ru/mnogostrujnoe-modelirovanie-mjm-tekhno/> (дата обращения 26.02.2016)

### ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМАЦИИ ЗАГОТОВКИ В КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ СОРТОВОЙ МНЛЗ

*Е.В. Польша, студ. гр. 3-10В10,*

*научный руководитель: Федосеев С.Н., асс. каф. МЧМ*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского*

*Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8-(38451)-6-22-48*

*E-mail: steel13war@mail.ru*

Разливка стали на сортовые непрерывнолитые заготовки имеет целый ряд особенностей, что в ряде случаев и определяет их качество. Одной из таких особенностей является значительная неравномерность скоростей затвердевания металла в углах и в центре граней заготовки, что приводит к большей или меньшей деформации профиля [1]. Соответственно при отходе одной из частей твердого каркаса заготовки в процессе разливки между поверхностью слитка и гильзой кристаллизатора образуется газовый зазор, коэффициент теплопередачи в котором значительно снижается вследствие более низкой теплопроводности газа. В этой области скорость наращивания твердой корочки замедляется относительно других зон заготовки, которые находятся в хорошем контакте с гильзой. Также в области плохого контакта слитка с гильзой кристаллизатора может наблюдаться подплавление затвердевшей оболочки. Следовательно, при ухудшении контакта какой-либо части заготовки с гильзой наблюдается локальное утоньшение твердой корочки, что приводит к ухудшению прочностных свойств твердого каркаса слитка в этой области.

Одним из распространенных дефектов непрерывнолитой сортовой заготовки является искажение ее геометрической формы, к которой относится так называемая «ромбичность», обусловленная разностью диагоналей прямоугольника составляющая, как правило, 5-12 мм и более. Принято считать, что ромбичность возникает во время формирования твердой корочки под действием внутренних термических напряжений, которые связаны с перепадом температуры по сечению слитка [2]. Превышение термическими напряжениями предела прочности металла при данной температуре приводит к возникновению поверхностных, или внутренних трещин.

Наиболее эффективным методом исследования динамики затвердевания различного рода слитков является физическое моделирование, поскольку в этом случае удаётся контролировать отвод тепла от исследуемого объекта в совокупности с визуализацией основных процессов, сопровождающих наращивание твёрдой фазы [3-5]. При этом особое значение приобретает выбор моделирующего вещества, которое должно не только обладать оптической прозрачностью, но также иметь определённую совокупность теплофизических характеристик, позволяющих обеспечить соответствующую систему критериев подобия. Дополнительным условием, которое представляется, на наш взгляд, крайне важным, является затвердевание вещества по дендритному механизму.

Динамика наращивания твердой корочки в кристаллизаторе наиболее полно может быть представлена с помощью расчетных математических моделей [6], которые учитывают как особенности теплопереноса в твердой корочке и гильзе кристаллизатора, так и формирование в ней внутренних напряжений.

Разработка математической модели позволяет получать подробную информацию относительно теплового и напряженно-деформированного состояния твердой корочки непрерывнолитого слитка в кристаллизаторе, а в частности: выводить на экран графики охлаждения слитка по сечению для