

Для повышения термостойкости разработана методика фиксирования бентонитов с мелкодисперсными частицами диоксида титана. Разработаны типовые составы формовочных смесей различного функционального назначения с применением местных кварцевых песков и бентонитов, обеспечивающие получение качественных литейных форм в серийном производстве.



Список литературы

1. *Исмаилов Н. Ш.* Особенности применения кварцевых песков и бентонитовых глин Азербайджана в литейном производстве // *Металл и литье Украины.* – 2008. – № 10. – С. 16-18.
2. *Исмаилов Н. Ш.* Беглярский бентонит – эффективный связующий компонент для формовочных смесей при производстве чугуновых отливок // *Процессы литья.* – 2009. – № 1. – С. 52-55.
3. *Исмаилов Н. Ш.* Ресурсосберегающие технологии получения отливок с использованием местных формовочных материалов // *Литье Украины.* – 2009. – № 8. – С. 19-21.
4. *Исмаилов Н. Ш.* Некоторые особенности технологии получения машиностроительных отливок в формах из песков и глин Азербайджана // *Заготовительные производства в машиностроении.* – 2009. – № 11. – С. 3-6.
5. *Исмаилов Н. Ш.* Оптимальные физико-механические свойства формовочной смеси на основе полного факторного эксперимента // *Металлургическая и горнорудная промышленность.* – 2010. – № 3. – С. 42-45.
6. *Исмаилов Н. Ш.* Особенности образования и устранения пригара на отливках при использовании местных формовочных материалов // *Вестник машиностроения.* – 2010. – № 2. – С. 51-54.
7. *Исмаилов Н. Ш.* Стабилизация составов и свойств единых смесей в серийном производстве чугуновых отливок // *Там же.* – 2010. – № 6. – С. 76-78.
8. *Исмаилов Н. Ш.* Регулирование физико-механических и технологических свойств формовочных смесей // *Изв. вузов. Машиностроение.* – 2011. – № 1. – С. 70-75.

Поступила 04.11.2011

УДК 621.74.04:621.746.3

Т. Л. Тринева

ЧАО «Конструкторско-технологическое бюро верификационного моделирования и подготовки производства», Харьков

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИТЕЙНОЙ ОСНАСТКИ ИЗ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЕКАНИЯ

Рассмотрена научно-техническая проблема литейного производства – получение точных и качественных отливок путем повышения качества изготовления литейной оснастки за счет ее выпуска с помощью высоких технологий, внедряемых в Украине с 2000 г. в литейное производство, а именно технологий RP (быстрого прототипирования – метод SLS – селективного

лазерного спекания металлических порошков) и используемых композитных материалов. Приведены технология процесса получения твердотельного каркаса изделия на установке Vanguard HS, а также технологический процесс термообработки, показана схема замеров полученной твердости на опытном образце, сделан вывод о необходимости проведения дополнительных исследований.

Ключевые слова: технология RP (Rapid Prototyping), 3D модели, стол построения установки, композитные материалы (КМ), метод SLS – селективного лазерного спекания металлических порошков, «выращивание» изделия.

Rozглянута науково-технічна проблема ливарного виробництва – отримання точних і якісних виливок шляхом підвищення якості виготовлення ливарного оснащення завдяки його випуску за допомогою високих технологій, запроваджених в Україні з 2000 р. у ливарне виробництво, а саме технологій RP (швидкого прототипування – метод SLS – селективного лазерного спікання металевих порошків) та композитних матеріалів, які їми використовуються. Наведена технологія процесу отримання міцнотільного каркасу виробу на установці Vanguard HS, а також технологічний процес термообробки, наведено схему замірів отриманої міцності на дослідному зразку, зроблено висновок про необхідність проведення додаткових випробувань.

Ключові слова: технологія RP (швидкого прототипування), 3D моделі, стіл побудови установки, композитні матеріали (КМ), метод SLS – селективного лазерного спікання металевих порошків, «вирощування» виробу.

The research problem foundry rises in article – a reception exact and qualitative casting by increasing fabrications of the foundry rig, to account of the fabrication her(it) by means of high technology, introduced on Ukraine, with 2000 y. in foundry, as follows technology RP (Rapid Prototyping - a method SLS – an selective lazier hardening metallic powder) and use them compositions materials. Broughted technology about-cession of the reception solid body framework of the product on installation Vanguard HS, technological process a thermal processing, is shown scheme measure got hardness on pilot models, on that is made conclusion about need of the undertaking the additional studies. In article are brought, accordingly, drawings and schemes.

Keywords: technology RP (Rapid Prototyping), 3D models, table of the building of the installation, compositions materials – CM, method SLS – an selective lazitr hardening metallic powder, «growning» products.

Одной из проблем получения качественных отливок является сложность процессов выполнения их четкой формообразующей поверхности, в том числе, получение размеров заданной высокой точности с заданной шероховатостью поверхности и плотной структурой. Даже в простейшем случае размерная точность отливки определяется цепью: среда – форма – отливка, на каждое звено которой влияет множество различных факторов. Важнейшей предпосылкой повышения точности размеров отливки, дающей возможность в ряде случаев отказаться от механической обработки, является гарантирование высококачественной ее поверхности, что может быть обеспечено плотностью материала. Поэтому разработка новых технологических процессов получения высокотехнологичной литейной оснастки – одного из основных факторов, влияющего на обеспечение получения качественных отливок, является одной из главных задач литейного производства [1-4].

Технологии RP (быстрого прототипирования), а именно технологии селективного лазерного спекания металлических порошков (SLS), с успехом заявили о себе в Украине с 2000 г. как быстрый способ изготовления литейной оснастки.

Селективное лазерное спекание (SLS) – технология «выращивания» твердотельных изделий, в данном случае речь идет об изготовлении литейной оснастки из металлического порошка. В рассматриваемом случае «выращивание» изделий производится на установке Vanguard HS, где используется легированный дисперсный порошок, покрытый термопластическим связующим веществом, которое далее именуется как композитный материал КМ_{Fe-W}.

Технологический процесс изготовления литейной оснастки, в том числе любых твердотельных изделий, методом селективного лазерного спекания – (SLS) или Laser Form может быть разделен на две основные стадии.

Во время первой стадии (неотвержденный материал) каркас строится послойно путем деления связующего вещества на установке Vanguard HS. На второй стадии (цикл отжига) неотвержденный каркас модели превращается в целиком плотную металлическую модель путем инфильтрации расплавленной бронзой. Во время отжига в интервале температур между 450 и 650 °С полимер испаряется и при температуре 700 °С начинается спекание порошка. Затем изделие нагревают до 1070 °С, при которой происходит инфильтрация бронзой, осуществляемая с помощью капиллярного эффекта.

Чтобы избавиться от окисления при модификации физико-механических свойств, создаваемых инструментами и оснасткой, вся обработка происходит в азотной среде. Управляющие данные для лазера вводятся, исходя из 3D CAD геометрии.

Схема процесса построения твердотельного изделия на установке селективного лазерного спекания представлена на рис. 1.

Подобно жидкому полимеру (способ SL) порошок 3 заполняет ванну 1 или послойно наносится на подвижную платформу 2. Луч CO₂-лазера 6 при помощи сканирующей системы 7 сканирует поверхность порошка в соответствии с конфигурацией первого сечения, что обуславливает локальное избирательное спекание порошковой массы. Исходный материал послойно в виде порошковой массы при помощи сглаживающих роликов 5 наносится на платформу носителя. Управляемый от сканера луч лазера локально расплавляет порошок в прилежащих к построенной структуре областях. Близлежащий порошок принимает при этом заданную форму 3D модели 4.

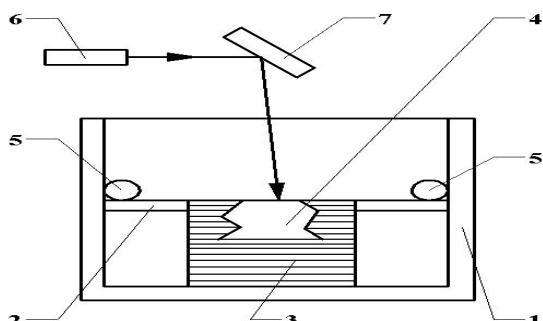


Рис. 1. Схема построения на установке Vanguard HS [5]

Производство геометрии «выращиваемого» изделия происходит послойно. Платформа носителя циклично двигается вниз. После окончания изготовления последнего слоя изымается конструктивный элемент и подвергается специфичной (применительно к нему) обработке. На рис. 2, 3 соответственно показаны установка Vanguard HS с подготовленной к построению платформой заданного изделия и расположение 3D модели изделия на столе построения.

Порошковая композиция представляет собой смесь двух или более порошков с разными температурами плавления. При спекании легкоплавкая фаза растекается по границам зерен тугоплавкой фазы и, кристаллизуясь, выступает в роли связки, которая придает прочность обработанной лазером области спекания. «Выращенные» в результате послойного синтеза трехмерные объекты-полуфабрикаты требуют последующей доработки (например, отжига в печи, инфильтрации наполнителем и т. п.). Элементы композитного



Рис. 2. Подготовленная к построению платформа установки Vanguard HS

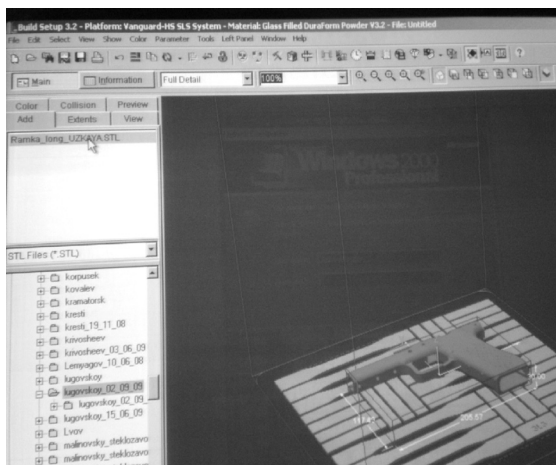


Рис. 3. Расположение 3D модели изделия на столе построения

«выращиваемого» изделия фирма-поставщик данного оборудования предложила следующий технологический процесс термообработки, который был проведен в лабораторных условиях на кафедре «Литейное производство» НТУ «ХПИ» и состоит в следующем:

- модель, «выращенную» из KM_{Fe-W} после инфильтрации 40 % бронзы, имеющую комнатную температуру, помещают в муфельную печь и нагревают до температуры 700 °С в течение 15 мин; закалку должны производить с применением воздуха, при этом печь должна быть предварительно нагрета;

- температура в печи вместе с моделью постепенно нагревается от 700 до 840 °С в течение 2-х ч;

- в течение 1 ч модель выдерживают в печи при температуре 840 °С;

- в течение 15 мин понижают температуру в печи до 93 °С, где находится модель, с помощью газообразного азота;

- в течение следующих 15 мин температуру в печи понижают до 38 °С также с помощью газообразного азота;

- для дальнейшего охлаждения модели в жидком азоте до температуры -79 °С потребуется 90 мин;

- модель достигает комнатной температуры на воздухе;

- модель подвергают нагреву в муфельной печи до 163 °С на протяжении 3 ч;

- охлаждение в воздушной среде.

Технологический процесс термообработки KM_{Fe-W} производился в два этапа: закалка и низкотемпературный отжиг, которые представлены в виде двух графиков, изображенных на рис. 4 и 5 соответственно.

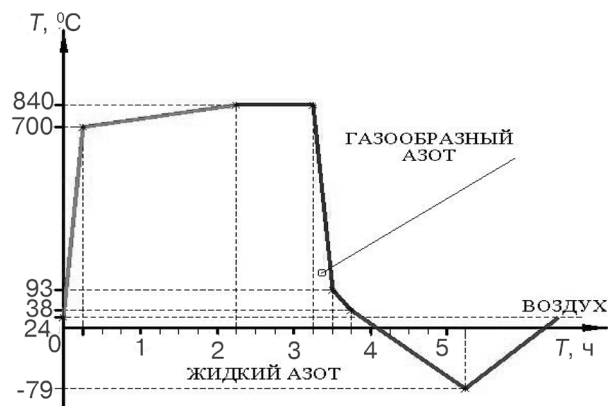


Рис. 4. График закалки модели из KM_{Fe-W}

материала на 60 % состоят из металлического порошка и 40 % – из бронзы.

Далее используются финишные операции, включающие шлифование, скоростное фрезерование, полировку и гальваническое покрытие поверхности.

Из многолетнего опыта эксплуатации литейной оснастки известно, что материал металлических литейных форм (кокилей, пресс-форм) работает в условиях сложного термоциклического нагружения. Сопротивление термоциклическим нагрузкам зависит от целого комплекса его механических и теплофизических свойств [6, 7].

Поэтому для повышения механических свойств (твердости) «вы-

раченного» изделия, проанализировав полученные результаты замеров твердости по RockWelly, установили возможность повышения твердости KM_{Fe-W} .

Однако, получение достаточно высокой твердости по RockWelly (до 90 ед.), а также ее неравномерность указывают на всю сложность процесса термообработки по данной методике.

Схема замера твердости показана на рис. 6, где можно на-

блюдать ее неравномерность, которая, по всей вероятности, связана с локальной нестабильностью структуры испытуемого образца, зависящей от условий пропитки, а также обусловлена неотработанным режимом термообработки, что свидетельствует о необходимости проведения дополнительных исследований данного процесса.

Кроме того, много вопросов возникает о возможности выбора материалов пропитки, а также создании достаточных условий пропитки для получения материа-

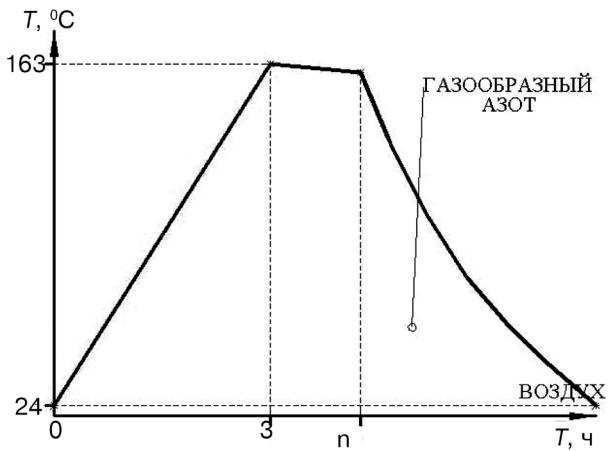


Рис. 5. График отжига модели из KM_{Fe-W}

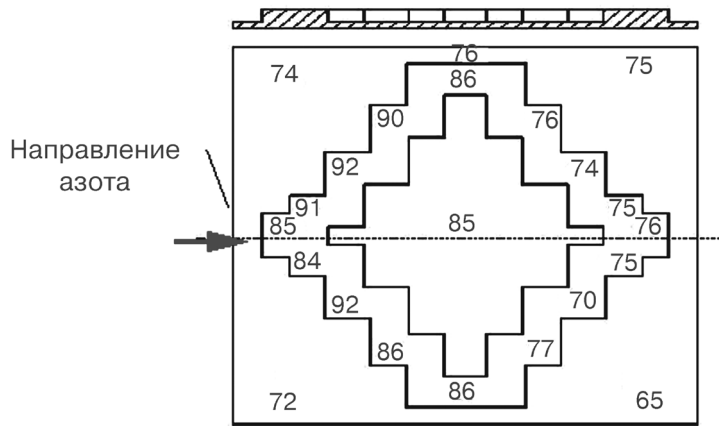


Рис. 6. Схема замера твердости модели из KM_{Fe-W} после термообработки

лов с регулируемыми свойствами, а именно: регулируемой плотностью (за счет пористости), а отсюда регулируемой теплопроводностью [8].



Список литературы

1. Оболенцев Ф. Д. Точность и качество поверхности отливок. – М.: Машгиз, 1962. – 152 с.
2. Точность отливок / Под ред. Б. Б. Гуляева. – М.: Машгиз, 1960. – 205 с.
3. Яценко Л. Л. Точность отливок и эффективность литейного производства. – М.: Машгиз, 1981. – 278 с.
4. Вейник А. И. Тепловые основы теории литья. – М.: Машгиз, 1953. – 384 с.
5. Тринева Т. Л. Технологические процессы изготовления литейной оснастки с использованием методов быстрого прототипирования. Дис. . . . канд. техн. наук. – Киев, 2009. – 200 с.
6. Соболев В. П., Горюх В. И. Термическая усталость и термический удар. – М.: Машиностроение, 1970. – 156 с.
7. Вейник А. И. Термодинамика литейной формы. – М.: Машиностроение, 1968. – 336 с.
8. Варичева А. Г. Влияние соотношения компонентов в порошковой смеси Fe-Si на линейную и объемную усадку при спекании // Технология металлов. – 2004. – № 3. – С. 46-47.

Поступила 16.11.2011