

строении: сборник трудов XII Международной научно-практической конференции, 27–29 мая 2021 г., Юрга. – Томский политехнический университет, 2021. – С. 117-120.

5. Аксенов В.В., Костинцев И.К., Бегляков В.Ю. Особенности работы внешнего движителя геохода // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. – №. 6.

ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

*Ш.Ш. Шамсуллозода ст., научный руководитель: Сапрыкин А.А., к.т.н., доцент
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. +7 (923)535 25 35
E-mail: shamsullozoda98@mail.ru*

Аннотация. В статье исследовано и проанализировано использование аддитивных технологий в современном литейном производстве, определяющих их инновационное развитие по созданию новой продукции, имеющей высокие показатели по качеству, надежности и определяющих ее конкурентоспособность на мировом рынке.

Abstract. The article explores and analyzes the use of additive technologies in a large foundry, achieving high levels of quality, reliability and ensuring its effectiveness in the world market.

Ключевые слова: литье, технологии, производство, 3d-печать.

Keywords: casting, technology, production, 3d printing.

Литейное производство – старый технологический процесс. Далеко в Бронзовом веке люди могли менять агрегатное состояние руд, переплавлять их в жидкий металл, заливать в форму и получать отливку. В конце XX века, как появились цифровое моделирование и затем развивались аддитивные технологии, наступили кардинальные перемены.

Аддитивные технологии (англ. Additive Technology AT, от add добавлять) – обобщенный термин, описывающий процесс изготовления изделия на основе CAD-модели путем послойного добавления материала.

Какую роль играет аддитивные технологии?

Изготовление изделий с помощью 3D-печати позволяет получить результаты, которые не могут быть обеспечены в классических технологических процессах. Главное преимущество заключается в том, что можно экономить значительное время и средства на изготовление модельной оснастки. Благодаря 3D-процессам можем забыть о всех недостатках традиционного литья.

К ним относятся:

- долгий производственный цикл
- трудоемкость изготовления оснастки
- недостаточная точность
- человеческий фактор

Но все-таки есть и недостатки – это высокая стоимость оборудования и материалов для 3D-печати, необходимость в крупных первоначальных инвестициях и ограничения в размерах изделий, печатаемых на 3D-принтере. Если учитывать быстрое развитие технологий, то эти проблемы будут постепенно решаться. В настоящее время 3D-технологии уже успешно применяются на литейных предприятиях во всем мире при создании форм достаточно больших размеров.

Современные аддитивные технологии

История 3D-технологии началась с 1986 года, когда была запатентована первая коммерческая стереолитографическая машина (SLA), которая была разработана в компании 3D Systems. До середины 1990-х основной сферой применения были НИОКР для оборонной промышленности. Первые лазерные 3D-принтеры стоили очень дорого, при этом набор используемых модельных материалов не был велик. С развитием систем автоматизированного проектирования невероятного прогресса достигли и технологии 3D-печати, и в настоящее время можно сказать практически нет такой сферы материального производства, где бы не использовались аддитивные технологии. Сегодня печать изделий производится из различных материалов, как металлов, так неметаллов, пластиков и керамики.

Виды литья металлов

Возможности аддитивных процессов применяют к двум технологиям:

- литье в песчано-глинистые формы;

- оболочковое литье

Литье в песчано-глинистые формы (ПГФ) – стандартизированная технология, больше всего распространенная и проверенная, еще и самая продвинутая. Производства, которые ее используют, как правило, оборудованы автоматическими формовочными и стержневыми линиями, применяют автоматическую заливку и т.д. Литье в ПГФ характеризуется наличием многоразовой металлической или деревянной модельной оснастки. Форма, которая с нее снимается и в которую затем заливается металл, – сделана из специальной песчано-глиняной формовочной смеси. Теперь модельную оснастку и даже сами литейные формы можно изготавливать на 3D-принтерах.

Оболочковое литье используется двумя методами:

- литье по выплавляемым моделям;
- литье по газифицируемым (выжигаемым) моделям.

Эти методы очень похожи, но все же отличаются. Основной особенностью этой технологии в том, что каждая модель используется только один раз для отливки одного изделия, и форма, которая получается – одноразовая.

При использовании 3D-методов на производстве применяется:

- печать воском – для литья по выплавляемым моделям;
- печать фотополимерной смолой – для литья по выжигаемым моделям.

Синтез-модели из порошковых полимеров

Selective laser sintering (SLS) – эта технология послойного лазерного спекания, где изделие получают путем спекания мелких шариков (порошка) полистирола под действием лазерного излучения. Полистирол широко используется в качестве модельного материала для традиционного литья по выжигаемым моделям. Полистирольные модели изготавливаются на АМ-машинах, которые работают по SLS-технологии. Это технология часто применяется для изготовления отливок сложной формы относительно больших размеров с умеренными требованиями по точности.

Синтез-модели из светоотверждаемых смол

Технология используется для специальных светочувствительных смол, которые отверждаются избирательно и послойно в местах подвода по заданной программе луча света. Способы засветки слоя разные (лазер, ультрафиолетовая лампа, прожектор видимого света, светодиоды). Самое большое пространство для литья металлов получили технологии: Stereolithography (SLA), Poly-Jet и Digital LED Projection (DLP). В первом способе лазерный луч перемещается по поверхности жидкой смолы по траектории, представляющей собой один слой заданной детали. Лазер воздействует на смолу в течение необходимого времени, добиваясь ее полного отверждения. Когда один слой завершен, платформа перемещается вверх на один слой, и процесс повторяется до тех пор, пока модель не будет готова. По второму способу печатающий блок 3D-принтера (струйная печать) тонкими слоями распыляет материал модели и материал поддержки, согласно данным математической 3D-модели. Каждый слой, согласно форме сечения модели, отверждается светом ультрафиолетовой лампы сразу же после нанесения. В итоге получается объект, не требующий какой-либо дополнительной обработки поверхности. А третий способ предполагает засветку всего слоя одновременно путем создания маски – «фотографии» нынешнего сечения САД-модели. Резервуар для печати заполняется жидкой фотополимерной смолой до определенного уровня. Рабочая платформа принтера опускается в резервуар таким образом, чтобы зазор между платформой и прозрачным дном емкости был равен высоте одного слоя. DLP-проектор расположен под емкостью. На платформу проецируется изображение, соответствующее уровню первого слоя изделия. После того как первый слой будет отвержден, платформа поднимется на один уровень вверх, после чего начинается полимеризация второго слоя и т.д.

Технологии и машины для синтеза песчаных литейных форм

В последнее время активно развивается направление непосредственного «выращивания» песчаных форм для литья металлов. Наибольшую популярность приобрели две технологии, это технология послойного спекания плакированного песка лазерным лучом и послойного нанесения связующего состава на песок (Binder Jetting, компании ExOne).

Технология послойного спекания песчано-глинистых форм представляет собой разновидность SLS-технологии. Различие состоит в том, что в качестве модельного материала используется литейный (силикатный или циркониевый) песок, который заранее был плакирован полимером. Плакирование песка производится в специальном смесителе, где песок смешивают с жидким полимерным связующим, следовательно, каждая частичка песка покрывается тонким слоем полимера. При построе-

нии модели тепловое воздействие лазера расплавляет связующее, а частички песка склеиваются. По окончании спекания получается «грин-модель», которая требует аккуратного обращения при очистке. После чего форму помещают в печь для прокалики, где полностью (при температуре 300-350°C) отверждают массив формы. Затем выращенные фрагменты формы собирают и подготавливают к заливке металлом обычными методами.

При технологии Binder Jetting, строительный материал (литейный песок, кварц или корунд заранее смешанный с активатором) подают и разравнивают на рабочей платформе послойно с шагом 0,2-0,4 мм. За тем в соответствии с формой сечения модели на песок, при помощи струйной печатающей головки, наносится фурановая смола. В результате химической реакции смолы и активатора форма становится твердой. По окончании построения рабочий бункер вынимают из машины, форму очищают и подготавливают к сборке. В этом случае песчаные формы не нуждаются в дополнительной термообработке.

Заключение

Рассмотренные технологии для литейного производства показывают широкие возможности 3D-печати для получения литейных форм с очень сложными геометрическими параметрами, с внутренними каналами и полостями. При этом отпадает необходимость изготовления литейной оснастки.

Список используемых источников:

1. Смирнов, В.В., Барзали В.В., Ладнов П.В. Перспективы развития аддитивного производства в российской промышленности // Опыт ФГБОУ УГАТУ. Новости материаловедения. Наука и техника. №2 (14). 2015. С. 23-27.
2. Зорин В.А., Полухин Е.В. Аддитивные технологии. Перспективы применения аддитивных технологий при производстве дорожно-строительных машин // Строительная техника и технологии. 2016. №3(119). С. 54-57.
3. Смуров И.Ю., Конов С.Г., Котобан Д.В. О внедрении аддитивных технологий и производства в отечественную промышленность // Новости материаловедения. Наука и техника. 2015. № 2. С. 11-22.

ВТОРИЧНЫЕ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

*Е.В. Тимонова, студент гр. 10В81., научный руководитель: Ибрагимов Е.А., к.т.н., доц.,
Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета,
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. +7 (913) 409 34 17
E-mail: lizochka.utrobina_66@mail.ru*

Аннотация. Рассмотрение вторичных энергоресурсов и переработка различных отходов черной металлургии.

Abstract. Consideration of secondary energy resources and processing of various ferrous metallurgy wastes.

Ключевые слова: доменный газ, чугуны, ВЭР, протекании процесса, технологическими газами, агломерационные машины.

Keywords: blast furnace gas, cast iron, VER, process flow, process gases, sintering machines.

Металлургия относится к числу промышленных отраслей, отличающихся особенно высоким уровнем потребления топлива, чем обуславливается ряд присущих ей особенностей. Обилие технологических процессов, протекающих в условиях высоких температур, приводит к значительному падению эффективности использования топлива. Вместе с тем значительный процент задействованной в процессах энергии покидает агрегат вместе с энергоносителями, которые впоследствии могут быть применены в качестве вторичных энергоресурсов (ВЭР). К категории горючих ВЭР в черной металлургии причисляют газы, исходящие из доменных, конвертерных и ферросплавных печей. Реже сюда также относят коксовый газ. Формирование доменного газа происходит в процессе получения чугуна в печах доменного типа. На выход газа и нюансы его состава влияет ряд факторов, включая топливные свойства, характеристики шихты, режим функционирования печи, используемых для придания большей интенсивности процессу методов и так далее. Объем получаемого с тонны чугуна газа составляет приблизительно 1,5–2,5 тысячи кубометров. Однако он отличается невысокой теплотой сгорания, равной 3–5 Мдж на кубометр, что обусловлено высоким содержанием в нем компонентов негорючего типа (до 70 процентов). Сжигание данного вида газа позволяет при стандартных условиях получать температуру на уровне 1400–1500 градусов по Цельсию. Дойти до ее повышения можно за счет подогрева воздуха перед сжиганием. При выходе из печи газ