



Рисунок 2 – Общеобменная вентиляция

Источник: собственная разработка на основе [2]

Общеобменная вентиляция отлично справляется с поглощением тепла и, в основном, применяется в случаях, когда нет выброса вредных примесей в атмосферу производственных помещений. Если специфика производства предполагает выброс газов, вредных паров, канцерогенов и пыли, применяют вентиляцию смешанного типа: общеобменная + местные отсосы.

Заключение. Вентиляция цеха обеспечивает безопасные условия труда рабочего персонала, параметры среды для эффективного производства продукции. Необходимость очищения воздушной среды промышленного помещения от примесей, ядовитых испарений, частиц дыма, гари и т.д. реализуется системой вентилирования, спроектированной и установленной согласно требованиям санитарно-гигиенического контроля. В данной научной работе нами были рассмотрены особенности вентиляции цеха, а также важные для учета параметры, необходимые для комфортных условий работы на вредном производстве, а также для устранения факторов, наносящих вред здоровью человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экология литейного производства: учебное пособие для вузов / А.Н. Болдин, С.С. Жуковский, А.Н. Поддубный [и др.] – Брянск: БГТУ, 2001. – 315 с.
2. Кувшинов, Ю.Я. Теоретические основы обеспечения микроклимата в помещениях. – М.: АСВ, 2005. – 305 с.

УДК 6 67-02

ПРИМЕНЕНИЕ 3D ПРинТИНГА В ТЕХНОЛОГИЯХ ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

*Н.А. Козловская, студентка группы 10506118 ФММП БНТУ,
научный руководитель – д-р техн. наук, профессор Н.М. Чигринова*

Резюме – В статье описаны особенности использования аддитивной технологии 3D принтинга в литейном производстве и представлены некоторые примеры ее применения для создания моделей и форм для изделий машиностроения.

Summary – The article describes the features of using additive 3D printing technology in foundry production and provides some examples of its application for creating models and forms for machine-building products.

Введение. Большинство промышленных производителей знают об утомительном и трудоемком характере литья моделей в производственном цикле [1, 2]. Наиболее распространенными из них являются: литье под давлением, литье в песчаные формы и литье по выплавляемым моделям. Однако, хотя литье металла является проверенным временем способом изготовления, все же существуют определенные ограничения, такие как: высокие затраты – создание инструментов для литья может быть весьма дорогим. Это означает, что для малых и средних производственных циклов высокие затраты на инструмент часто не могут быть окупаемы; трудоемкость, поскольку инструменты, как правило, изготавливаются вручную, что увеличивает срок выполнения заказа. Чтобы преодолеть эти трудности и сохранить конкурентное преимущество, литейные предприятия должны искать инновационные способы производства инструментов.

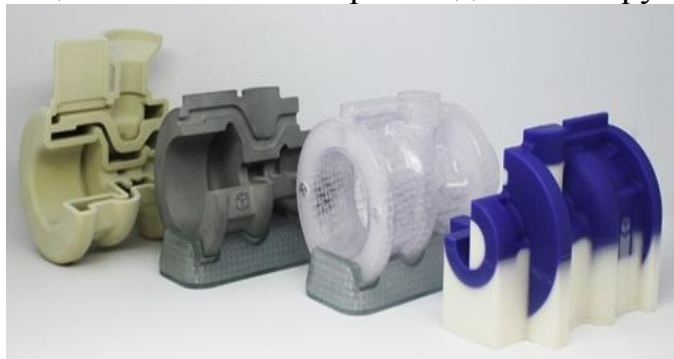


Рисунок 1 – Отливки 3D-печатных образцов

Источник: разработка авторов на основе [6]

Основная часть. Отливка 3D-печатных образцов может помочь решить эти производственные задачи (рисунок 1). 3D-печать также обеспечивает экономию труда, затрат и времени, ускоряет разработку продукта и может служить инструментом для мелкосерийного производства.

Подготовка шаблонов и моделей для литья с использованием 3D-принтинга имеет следующие преимущества: 1) экономия времени и затрат: поскольку затраты на инструментальные средства устраняются, 3D-печать становится экономичной альтернативой традиционным процессам литья по шаблону. Экономия времени на этом этапе позволяет ускорить производственные циклы и повысить общую эффективность; уменьшение времени на процесс. Это сокращает затраты и добавляет гибкости производственному процессу изготовления отливок. 2) повышенная точность: выходное качество литья по таким шаблонам отличается высокой точностью и минимальными отклонениями от требуемых размеров. В производственном сценарии уменьшается количество отходов и сводится к минимуму объем работ по последующей обработке для незавершенных литых деталей. 3) Добавлена маневренность: 3D-печать шаблонов позволяет использовать несколько вариантов шаблонов. Это позволяет производителям быстрее вносить изменения и обеспечивать оптимальный дизайн. 3D-

принтеры могут также использоваться в качестве инструмента для мелко-серийного производства [3, 4].

С помощью 3D-печати модели могут изготавливаться из воска и фотополимеров.



Рисунок 2 – Пример 3D модель из воска
Источник: разработка авторов на основе [3, 4]



Рисунок 3 – Пример 3D модели из фотополимера
Источник: разработка авторов на основе [6]

Из воска (рисунок 2) получают заготовки для создания форм с температурой плавления примерно 60° , также их поверхности получаются гладкими и с хорошей детализацией. Из фотополимера выращивают выжигаемые модели, температура выгорания которых от 600° , и образцы для создания силиконовых форм высокой точности.

Выбор материала зависит от некоторых факторов. Расходной материал в восковых машинах дорогой, хотя сами машины – относительно дешевы. Если же сравнивать воск с фотополимером, то его недостатком является хрупкость. Однако воск имеет преимущества в том, что использование его в 3D-печати обеспечивает очень гладкую, точную и детализированную поверхность. Поэтому для многих литейных производств восковое литье является традиционным. Фотополимеры лучше использовать для моделей большего размера и там, где детализация и прочность менее критичны.

Рассмотрим подробнее технологический процесс литья по выплавляемым моделям. Для получения моделей литейных изделий используется несколько технологий 3D-печати. Первая технология широко известна: это послойное наплавление (FDM (FFF) (рисунок 4).

Другая технология SLS или селективное лазерное спекание, применяемое, чтобы изготовить сложные формы больших габаритов. SLA лазерная стереолитография (рисунок 5) схожа с селективным спеканием. Для реализации данного метода используется жидкий материал (смолы, фотополимеры).

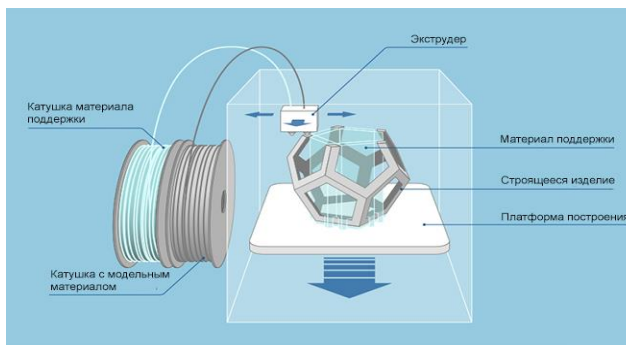


Рисунок 4 – Схема технологии FDM
Источник: разработка авторов на основе [3, 4]

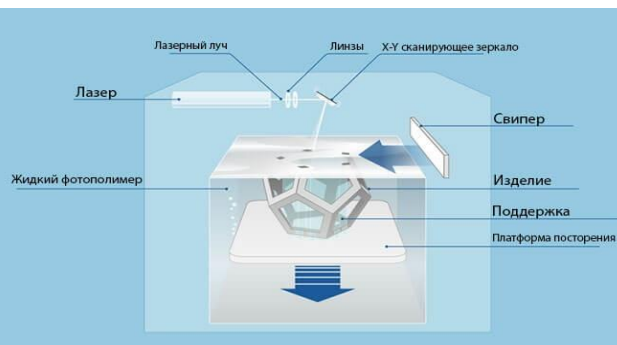


Рисунок 5 – Схема технологии SLA
Источник: разработка авторов на основе [3, 5]

DLP-печать также использует жидкие материалы. Их отличие в том, что переносимый слой полимера формируется сразу целиком, а не по каждой точке, как обычно делается в процессе 3D принтинга [5, 6].

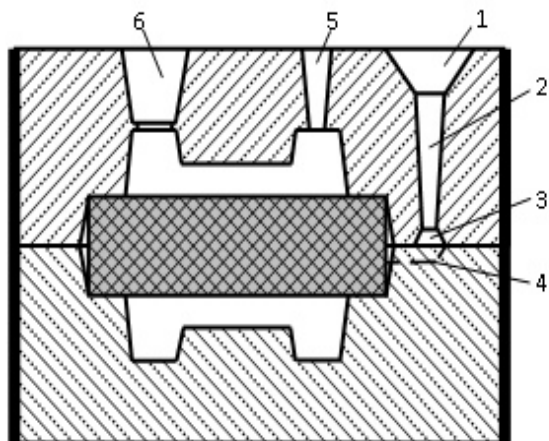


Рисунок 6 – Литниковая система
1 – литниковая чаша; 2 – стояк; 3 – шлакоуловитель; 4 – питатель;
5 – выпор; 6 – прибыль

Источник: разработка авторов на основе [5, 6]

Изначально создается восковая модель – точная копия конечного изделия. Для экономической оптимизации процесса можно создать несколько таких моделей, к которым пристраивается литниковая система (рисунок 6). Для создания оболочки ее покрывают специально предназначенной жаропрочной суспензией. Данный этап проходит так: нанесли – высушили слой, нанесли – высушили. Когда оболочка готова, оказавшуюся внутри восковую модель выплавляют, нагревая форму до небольших температур и воск из нее просто вытекает.

На следующий этап в форму заливают расплавленный металл. Далее следует разрушить оболочку, поэтому, после остывания металла, полученную форму отдают на вибростенд. В итоге получается почти готовое изделие. Одна из главных трудностей для производителей заключается в первом этапе технологического процесса, а именно в создании восковой модели. Тем более, что это довольно дорого и долго.

Наиболее трудно изготавливать восковые модели со сложным профилем, для чего требуется специальная оснастка – пресс-форма. В начале ее проектируют специально для литейного производства. Далее идет ее изготовление. На последнем этапе требуется произвести заливку восковой смеси, затем позволить ей остыть, а далее, стараясь не повредить, аккуратно извлечь форму из оснастки.

Конструкторскую документацию для оснастки могут создавать около двух недель, а чтобы изготовить пресс-форму может потребоваться больше месяца. Для изготовления модели также требуется время. В итоге, от начала разработки вплоть до получения первой восковой модели может пройти больше двух месяцев. При всем этом изготовление деталей сложной формы является дорогостоящим процессом.

Заключение. Таким образом, очевидно, что 3D-печать может стать ценным активом для производителей, которые хотят оптимизировать свои традиционные производственные процессы, т.к. благодаря внедрению 3D-принтинга процесс литья становится более производительными часто- более дешевым.

Поэтому производители не должны рассматривать аддитивное производство как конкурирующую технологию, но должны добавить его в качестве дополнительного приема для оптимизации процессов повышения качества производимых изделий с помощью литейных технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доступная 3D печать для науки, образования и устойчивого развития / Кэнесс Э., Фонда К., Дзеннаро М. – М.: МЦТФ, 2013. – 192 с.
2. Ким. В.С. Теория и практика экструзии полимеров / Ким В.С. – М.: Колос , 2013. - 568 с.
3. 3D-печать в малом бизнесе/ Горьков Д. – М.: эл.изд., 2016. – 36 с.
4. 3D-печать. Практическое руководство / Рэдвуд Бен, Гаррэт Брайан, Шофер Филемон. – М.: ДМК-Пресс, 2020. – 220 с.
5. Производство заготовок. Литье: Серия учебных пособий. Книга 3. Проектирование и производство отливок (литых заготовок) / А.С. Килов, А.В. Попов, В.А. Недыхалов – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 171 с.
6. Литье по выплавляемым моделям / В.Н. Иванов, С.А. Казеннов [и др.] – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 408 с.

УДК 691.4

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В КОНСТРУКЦИИ СОВРЕМЕННЫХ СКЛАДСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Е.И. Комиссарова студентка гр. 10505117 ФММП БНТУ,
научный руководитель – д-р техн. наук, профессор **Н.М. Чигринова**

Резюме – В статье представлены виды современных строительных материалов для строительства складских комплексов. Проанализирована их классификация, а также технологические и конструктивные особенности. Предложены способы применения каждого материала в зависимости от эксплуатационных условий.

Summary – The article presents the types of modern building materials for the construction of warehouse complexes. Their classification is analyzed, as