

ПОВЫШЕНИЕ МОБИЛЬНОСТИ В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ 4D-ПЕЧАТИ

Цепи поставок оказывают существенное влияние на эффективность и конкурентоспособность организаций в современной экономике. Однако с течением времени и развитием технологий становится очевидным, что традиционные методы и инструменты управления цепями поставок часто ограничивают мобильность и гибкость процессов. В данной статье рассматривается применение технологий 4D-печати для повышения мобильности в цепях поставок, исследуются возможности повышения мобильности в цепях поставок с использованием технологий 4D-печати. В последние годы 4D-печать стала одной из самых инновационных и перспективных технологий в области производства и дизайна. Она позволяет создавать предметы и структуры, которые имеют способность изменять свою форму, свойства или функциональность в зависимости от внешних условий или программного управления.

Ключевые слова: 4D-печать, мобильность в цепях поставок, адаптироваться, эффективные цепочки поставок

Технология 3D-печати существует уже почти 30 лет. Тем не менее, сейчас возникает другая технология на ее основе. Это технология 4D. Для начала, стоит определиться с термином «4D-печать». Это относится к использованию 3D-печати в сочетании с динамическими свойствами материалов, что позволяет создавать объекты, способные изменять свою форму или функцию под воздействием определенных условий. Эти условия могут быть физическими (например, температура или влажность). Поэтому, хотелось бы рассказать про саму технологию печати 4D и подробнее исследовать ее потенциал и ее будущие применения. Хотя технология 4D-печати все еще находится на ранней стадии своего развития, она потенциально способна преобразовать организации с помощью индивидуальных и адаптивных решений проблем цепочки поставок.

Несмотря на то, что 4D-печать является относительно новой технологией, лежащие в основе это технологии интеллектуальные материалы существуют уже несколько десятилетий и могут быть найдены в таких предметах, как контактные линзы, системы доставки лекарств и одежде. Однако лишь недавно, с достижений в технологиях 3D-печати, таких как возможность печатать объекты, состоящих из нескольких материалов, сделали 4D-приложения возможными [3].

Поскольку технологии и организационные системы становятся все более взаимосвязанными, обмениваясь данными и информацией о том, какие изменения происходят в мире, организации имеют больше данных, о широком спектре показателей: поведение клиентов, их мнения, функциональность продукта или актива, колебания спроса, и изменения окружающей среды, таких как температуры, влажности, вибрации и другой информации. Вся эта аналитика означает, что руководители цепочек поставок могут принимать обоснованные и более вводящие решения, специально адаптированные к каждому сценарию, что приводит к повышению эффективности и улучшению результатов.

3D-печать помогла компаниям использовать эти данные и информацию для удовлетворения некоторых из этих потребностей, позволяя им настраивать дизайн продуктов так, как хочет того потребитель, даже когда это трудно воспроизвести при обычном производстве. 4D-печать, рассматриваемая как расширение 3D-печати, потенциально может сделать еще один шаг вперед в настройке, позволяя напечатанным на 3D-принтере деталям трансформировать свою форму в ответ на внешние раздражители, такие как тепло, свет, давление и влажность. На практике это означает, что объекты, напечатанные на 4D-принтере, могут реагировать гораздо более динамично, а не оставаться жесткими, твердыми структурами. В будущем, возможно, можно представить время, когда продукты, созданные с помощью 4D-печати, смогут адаптироваться и приспосабливаться к любым факторам окружающей среды [4].

4D-печать имеет множество потенциальных применений в рамках организации, а также множество преимуществ, в отношении 3D печати. Вместе с этим, ее потенциал может быть актуален для всей цепочки поставок не только на периоде транспортировки, но и при создании стоимости процесса. Например, свойства самосборки и самовосстановления продуктов теоретически могут

открыть инновационные возможности в проектировании и разработке продуктов, создать ценность за счет снижения затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание, помочь создать более эффективные цепочки поставок и даже в конечном итоге привести к стратегическим изменениям [4].

Основным плюсом использования 4D-печати является сокращение затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание. Продукты, способные самостоятельно адаптироваться к окружающей среде, могут обеспечить многочисленные преимущества в эксплуатации и техническом обслуживании. Например, вышеупомянутые клапаны, изготовленные с использованием гидрогелевого материала, могли автоматически закрываться, когда температура протекающей через них жидкости превышала пороговую температуру, что позволяло контролировать поток воды. Трубы, напечатанные на 4D-принтере, теоретически также могут изменять свой диаметр в зависимости от объема потока или выполнять другие физические адаптации в зависимости от экологических критериев. В тех случаях, когда обычные трубы ломаются или трескаются из-за увеличения потока, трубы, напечатанные на 4D-принтере, потенциально могут изменить их размер, что также приведет к экономии затрат на техническое обслуживание, эксплуатацию и замену [2].

Еще одними преимуществами можно назвать гибкость и приспособляемость. 4D-напечатанные объекты могут изменять свою форму и функцию в соответствии с потребностями и условиями, с которыми они взаимодействуют. Например, это может помочь уменьшить пространство и вес продуктов во время их транспортировки, что повышает мобильность и снижает затраты на логистику.

Вместе с этим, 4D-печать поможет оптимизировать запасы и сократить сроки поставок. С его помощью можно создавать универсальные детали или компоненты, которые могут использоваться для различных продуктов. Это может сократить количество запасов, ускорить процесс сборки и снизить время доставки, что повышает мобильность в цепях поставок.

4D-печать также может помочь в стратегическом обслуживании клиентов. Когда-нибудь 4D-печать может даже позволить компаниям повысить ценность за счет дополнительных послепродажных услуг, помимо первоначальной покупки объекта или продукта. Этого можно добиться, предоставив более мелкие, более компактные и удобные запасные части, а также потенциально сократив объем ремонта и замены в целом. В первом случае конденсированные части можно активировать, чтобы они приняли желаемую форму, необходимую для замены существующих частей. Эта возможность может оказать глубокое влияние на многие отрасли, автомобильную и другие отрасли, где логистика и управление запасами являются важными факторами. В последнем случае способность деталей, меняющих форму, приспосабливаться к условиям окружающей среды может привести к снижению потребности в ремонте и замене, что приведет к снижению стоимости владения для клиентов в течение всего срока службы [1].

Новые технологии позволили предприятиям ускорить инновационный процесс, и 4D-печать является одной из таких новых возможностей, которая когда-нибудь может предложить организациям значительные возможности для создания новых продуктов и услуг на более высоких скоростях. Однако, как только технология станет более зрелой, менеджерам следует подумать о том, как внедрить 4D-печать таким образом, чтобы они могли в полной мере воспользоваться ее преимуществами, поскольку она в конечном итоге выйдет за рамки стадии исследований и разработок.

Например, производителям следует подумать о том, как обеспечить стабильную и качественную работу компонентов, напечатанных на 4D-принтере. Руководителям также следует внедрить методы работы, позволяющие проверять механическую прочность и обеспечивать контроль качества. Команды также должны определить важные показатели с учетом новой технологии, такие как приемлемые диапазоны времени для процессов «трансформации» деталей, напечатанных на 4D-принтере, чтобы гарантировать, что объекты не изменяются и не адаптируются слишком медленно, чтобы быть эффективными в реальных условиях.

В то же время 4D-печать, вероятно, потребует дополнительных навыков рабочей силы и инвестиций в новые физические технологии. Как только менеджеры начнут изучать потенциальные приложения, им, вероятно, придется подумать, какие возможности они могли бы создать собственными силами, а какие процессы потребуют внешней экспертизы – будь то проектирование деталей, материаловедение, пост-производственный процесс, валидация и тестирование и другие.

Менеджеры также могли бы подумать, где внутри организации пилотирование технологии будет наиболее эффективным: конкретные конструкции продуктов, форма и функциональность которых вызывают беспокойство, учитывая непредсказуемые условия окружающей среды, или конкретные болевые точки в цепочке поставок, которыми трудно управлять или которые недоступны. Однако

в конечном итоге те самые характеристики, которые, по-видимому, делают 4D-печать такой мощной – индивидуализация и адаптивность – могут когда-нибудь развиваться, чтобы предоставить лидерам широкий спектр возможностей адаптировать использование технологии и применять ее к тому, что лучше всего соответствует их потребностям [2].

В заключение, хочется сказать, что применение технологий 4D-печати в цепях поставок предоставляет большие возможности для повышения мобильности и гибкости процессов. От использования динамических упаковочных материалов до создания гибких инструментов и приспособлений - 4D-печать изменяет подход к управлению цепями поставок. Однако, необходимо учитывать сложность материалов и процессов, управление и контроль, а также отсутствие стандартизации как вызовы, которые могут возникнуть при применении данной технологии. Все это требует дальнейших исследований и разработок для достижения полного потенциала 4D-печати в цепях поставок.

Список использованных источников

1. Печать 4D: технология происходящая из будущего! [Электронный ресурс] // 3д-клуб. – Режим доступа: <https://3d-club.ru/2020/04/12/4d-printing-podrobno/>. – Дата доступа: 16.10.2023.
2. *Mahto, M.* Transforming Manufacturing and Supply Chains With 4D Printing [Electronic resource] / M. Mahto, B. Sniderman // MITsloan management review. – Mode of access: <https://sloanreview.mit.edu/article/transforming-manufacturing-and-supply-chains-with-4d-printing/>. – Date of access: 22.10.2023.
3. How Will 3D and 4D Printing Change Your Supply Chain? [Electronic resource] // All things supplychain. – Mode of access: <https://www.allthingsupplychain.com/how-will-3d-and-4d-printing-change-your-supply-chain/> – Date of access: 21.10.2023.
4. 4D-печать: новые материалы, меняющие характеристику и форму [Электронный ресурс] // Хабр. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/asus/articles/403963/> – Дата доступа: 23.10.2023.