

Технологии 3D-печати в строительстве



Способны ли 3D принтеры на настоящую работу в строительстве?

- Технологии 3D-печати завоевывают мир и это настоящая научно-техническая революция, происходящая на наших глазах. Глядя на скорость претворения в обыденную жизнь идей, еще недавно фантастических, таких, как изготовление способом объемной печати протезов кистей рук человека, уже не только футурологи, но и специалисты уверенно говорят о грядущих значительных изменениях в жизни человеческого общества. И если в некоторых отраслях народного хозяйства практическая применимость 3D-печати уже не вызывает сомнений, это медицина, машиностроение, радиотехника и электроника, то в такой весомой отрасли как строительство, роботы объемной печати выглядят дорогими игрушками.
- Как известно, главное отличие 3D-принтера от любого другого промышленного робота в способе создания продукции. В частности, строительный 3D-принтер имеет сопло или экструдер и выдавливает из него быстротвердеющую рабочую смесь. Поверхность, на которой создается объемное изделие, называется рабочей зоной и имеет размеры, задаваемые величиной хода сопла. Причем опалубки не требуется. То есть, строительная машина объемной печати декларируется как самодостаточный механизм, способный, при подключении электроэнергии, буквально на голом месте создать готовое здание.

Известно о трех способах создания объемной конструкции:

1. Послойное экструдирование вязкой рабочей смеси.

В этом случае из рабочего «сопла» выдавливается, подобно зубной пасте из тюбика, сметанообразная смесь бетона с добавками. Первым сделал публичную презентацию о подобной технологии в строительстве, по видимому, профессор Барух Кошневиц из Южно-Калифорнийского Университета (University of Southern California) в августе 2012 года. Его же группа выдвинула концепт гигантского, собираемого на месте стройки принтера по типу мостового крана.



Группа ученых под руководством доктора Сунгву Лима из британского Университета Лафборо (Loughborough University), напечатали первую в мире пустотелую панель с двойными закруглёнными контурами.

На таком же принципе построены 3D-принтеры китайской компании Shanghai WinSun Decoration Design Engineering Co, которая первой напечатала серию настоящих домов в начале 2014 года

2. Метод спекания/селективное спекание.

- При этой технологии в рабочей зоне 3Д машины происходит расплавление рабочей смеси, причем плавление достигается, применительно к строительству, сконцентрированным лазером или солнечным лучом, а рабочей смесью выступает обычный песок. Известно, на момент написания статьи, о единственном существующем образце подобного устройства изобретателя Маркуса Кайзера, студента королевского Колледжа искусств (Royal College of Art).



3. Метод напыления/ компонентной склейки (стереолитография)

- Известен, в частности, рабочий образец группы Каталонского Института передовой архитектуры (IAAC) (группа Петра Новикова) под названием Stone Spray Robot, а так же система D-Shape, разработанная Энрико Дини (Monolite UK, (частная компания)) для строительства зданий. При этом из рабочего сопла выходит струя песка, которая тут же смешивается с клеящим составом/катализатором, образуя объем в программно заданной точке.

Методы спекания и напыления, изящны по идее задумки, так как используется солнечная энергия, экологически безвредны (по крайней мере, пока песка на планете много), на движение песчаных струек можно смотреть часами и изделия выходят очень непривычных форм. Что ж, уже сейчас вполне возможно соорудить таким способом малые архитектурные формы, цветочницу, например, или собачью будку. Пока же сложно даже представить, каков будет получаемый эксплуатационный эффект при создании настоящего, пусть и небольшого, домика из расплавленного и превратившегося в стекловидную массу песка.

Из перечисленных способов формирования объема, внимание строителей привлекает в первую очередь, метод послойного экструдирования во многом потому, что уже сейчас созданы достаточно большие несущие поверхности и даже настоящие дома.

И если Европейские архитекторы демонстрируют в первую очередь, эстетическую и экологическую направленность, то Китайцы в своих разработках предельно прагматичны.

Китайские разработки 3D домов.

Многих романтиков 3D откровенно разочаровала серия простых и грубовато выглядящих домиков китайской фирмы. Между тем, упускается из виду, что эти прямоугольные простецкие сооружения являются звеном четко обозначенной технологической цепочки. Планируется массово построить фабрики по переработке строительных отходов и мусора, полученный материал будет использоваться при подготовке рабочей смеси для 3D принтера. Учитывая большие достижения Китая в области биоэнергетики, а именно распространенность ветровых, солнечных и биоэлектростанций, можно предположить, что на свалках строительного мусора будут установлены гигантские измельчители строительного мусора, питаемые электроэнергией от ближайшей биоэлектростанции. Построенные из запатентованного материала (представляющего собой смесь строительного мусора, бетона и добавок), дома, сегментируются в классе недорогого быстровозводимого жилья. Этим и объясняется их неказистый вид. Если говорить о технологиях 3D-строительства, то я бы поставил на первое место отнюдь не сам 3D-аппарат. Строительный принтер является звеном новой технологии, причем не самым, возможно, технически сложным.

Ведь конструкция строительного робота достаточно отработана, а домов пока – только китайская серия. Уже существуют во многих экземплярах два вида конструкций – в виде козлова крана и в виде стрелы-манипулятора.

Гораздо больше вопросов вызывают состав рабочей смеси и концептуальные архитектурные формы. Вообще, при составлении рабочего вопросника по теме с ходу образовалось более 30 пунктов, ответ на некоторые из них, по шутливому замечанию инженера Зотова, требует написания приличной монографии. Группа Зотова уже разработала состав рабочей смеси и 3D-принтер в варианте «мостового крана».

Так же, интересную концепцию, основанную на идее подачи рабочей смеси под высоким давлением в 3D-принтер, имеющий довольно изящную мостовую конструкцию, предложил промышленный дизайнер Себастьян Бернар.



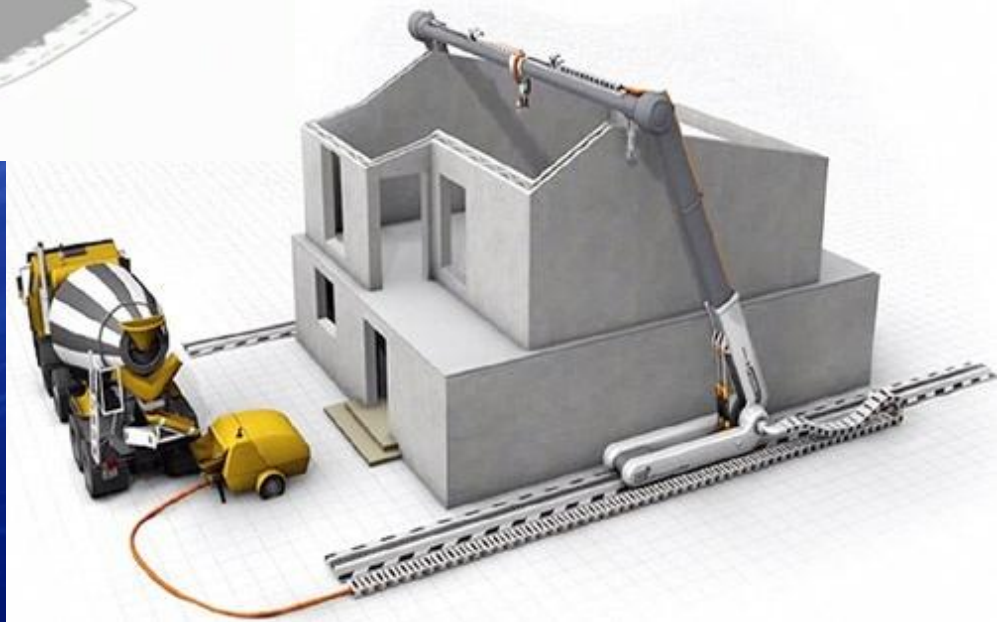
- Подача густого бетона под высоким давлением, переводит технологию объемной печати в достаточно реальные рамки. Далее, ведутся разработки материалов специально под применение данной технологии. В России известны исследования в Пензе, на кафедре ТБКиВ Пензенского ГУАС разрабатываются новые виды бетонов. Новые высокопрочные реакционно порошковые бетоны (РПБ) вполне подходят для строительных роботов.

Для выстраивания технологического процесса, помимо рабочей смеси, важным моментом является архитектура самого здания и группы зданий как единого строительного объекта. Самым перспективным направлением для России, по видимому, является строительство поселка из двухэтажных таунхаусов арочных форм. Примерно таких, как куполообразный [дом архитектора Гребнева](#). Формат арочного дома в два этажа позволит использовать сравнительно небольшие и недорогие 3D-принтеры, решит проблему перекрытий и позволит строить, действительно, быстро, массово и недорого. И красиво. В масштабе поселка, можно будет использовать и мостовые принтеры, так как рельсовый путь (не обязательно из металлических рельс) будет перемещаться по мере продвижения строительства.

Много вопросов вызывает непосредственно технология строительства. Во первых, как на прочность конструкции будут влиять швы, идущие через каждые три-пять сантиметров. Во вторых, существующий (из известных) процесс укладки арматуры достаточно спорен. Китайцы армируют стеклопластиковой сеткой. По крайней мере, она видна на видеозаписи процесса.



Дом архитектора Гребнева.



- Есть мнение о применимости фибробетона и возможно, такой купол в один –два этажа выдержит сертификационную процедуру. Предлагается так же соединять арматуру на штифтах, свинчивать и пр. Конечно, пока это обходные меры. Возможно, проблема онлайн-армирования будет решена применением двух роботов сразу: один монтирует арматуру, другой укладывает смесь. Ситуация автоматизации упрощается тем, что опалубка отсутствует как «класс».

С монтажом инженерных систем в плане вентиляции, канализации и отопления дело решается проще. 3D принтеры – это роботы с достаточно точной повторяемостью операций и состыковка элементов труб в заданной последовательности вполне осуществима. Естественно, промышленным дизайнерам придется поломать голову над новыми конструкциями элементов инженерных систем.

В целом, большинство подобных технических проблем характерны для переходного периода, в который вступают 3D-принтеры. Какое то время будут сосуществовать старые и новые технологии, время необходимое, в первую очередь, для психологического привыкания. Когда некоторые строители критикуют 3D процесс, они критикуют эволюцию – «вот, мол, принтер большой, дорогой, шумит и потребляет электричество, а дом ваш развалится. И вообще, связка — панель плюс «таджикстрой» –дешевле не бывает».

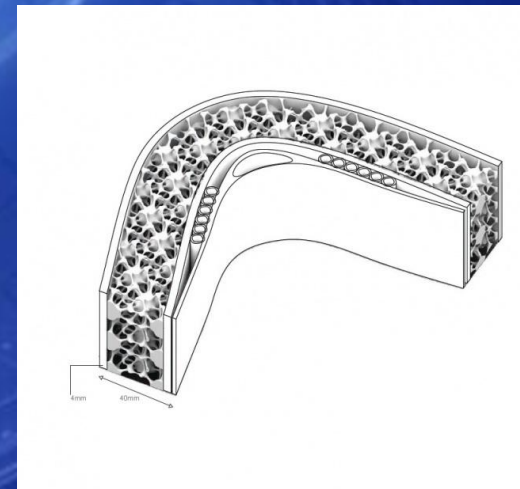
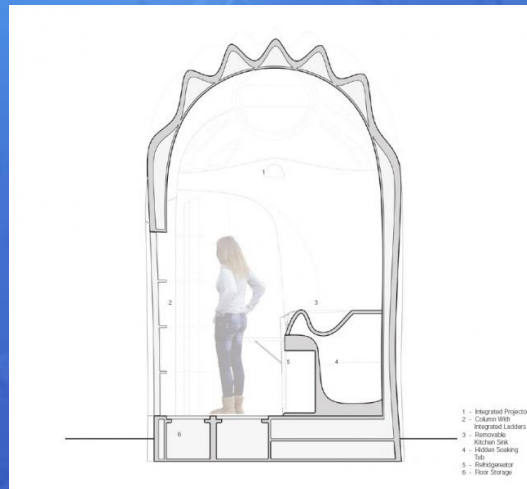
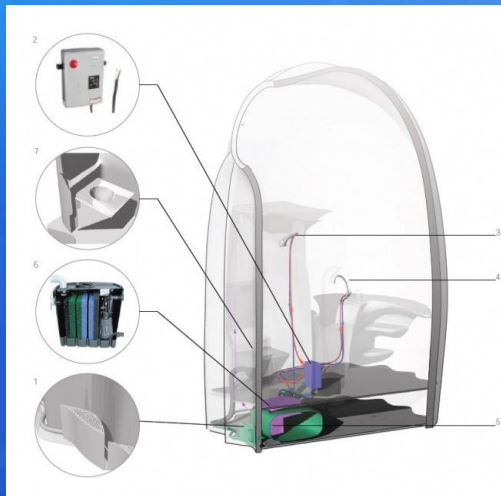
Так вот, строительный 3D-принтер — это не эволюция. У многих в голове еще не укладывается именно этот момент, потому как это революция, и ее надо осознать.

Действительно, сегодня сложно представить, насколько изменится структура строительной фирмы, или ее подразделения, специализирующейся на коттеджных поселках. По видимому, не будет приписок и «допников» у прорабов, не будет сменных молдавских, белорусских и прочих бригад. Лицом фирмы станет небольшая команда специалистов и пара роботов; инженер-оператор 3D-робота (3 человека при трех сменах), диспетчер-логист (нынешний снабженец) и далее –смежники –возят рабочую смесь, монтируют ИТ системы. Еще несколько специалистов в ходе процесса монтируют арматуру, закладные и окна с дверьми. В штате строительного подразделения — 12 человек, с фондом зарплаты миллион рублей в месяц. За этот месяц такая команда поселок целиком сдает в эксплуатацию. Фантастически короткие сроки строительства, помимо прочего- это и отсутствие финансовых разрывов в строительном цикле, и снятие проблемы сезонных природных циклов.

3D-принтер в строительстве –это роботизация производства, своего рода конвейер. естественно, все смежные отрасли в этой цепочке соответствуют стандартам эпохи роботов. Где будет производиться рабочая смесь, как будет решаться транспортная логистика (если раствор готовится рядом с возводимым объектом, то доставка не нужна), формат склада комплектующих (создается общий на весь поселок или смежник подвозит партию на конкретный домик), на эти и многие другие вопросы решение, несомненно, будет предложено. Специалисты, ведущие разработки технологий объемной печати, действуют очень активно, 3D методы внедряются в жизнь общества с небывалой со времен первой НТР скоростью. Если во время презентации Баруха Кошневича, состоявшейся в 2012году, осторожно назывались 2017-2020 годы как порог начала эксплуатации строительных роботов, то в реальности, уже в феврале 2014 года была демонстративно напечатана серия настоящих домов в Китае.

Помимо возможности строить по настоящему недорогое массовое жилье, скажем так, стандартного класса, появляются оригинальные концепты, предлагающие возможность снять остроту нехватки жилья в мегаполисах. В Германии Петер Эбнер и его студенты напечатали дом-ракушку.

Дом ракушка.



Вывод:

- Использование в этом, в общем-то известном, концептуальном направлении, 3D технологий, позволяет массово и сравнительно недорого строить и эксплуатировать теплые «домики-раковины» и в «северной» Москве. Очень многие жители ближайшего Подмосковья приобрели бы такие скорлупки на территории внутри МКАДа, для проживания в них с вечера понедельника по утро пятницы. Можно сказать, что сейчас уже сформировались условия и определенные рамки, когда архитектор, инженер ПГС и технолог-строитель в состоянии выдать реально осуществимый, социально направленный проект в прибыльном бизнес — формате. Естественно, при помощи специалистов-материаловедов, логистов, профильных инженеров проектировщиков. Только комплексное решение вопросов: социально востребованных архитектурных форм и формата поселения, удобно монтируемых инженерных компонентов и специального строительного материала, плюс автоматизированная транспортно-складская логистика, позволят говорить о революции в строительстве.