

УДК 624.01

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МОНОЛИТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Селиванов Г. П., студент гр. СПмоз-211, I курс
Гилязидинова Н. В., к.т.н., профессор
Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Значительная конкуренция в строительной области приводит к поиску новых технологических решений, которые позволяют сократить финансовые затраты на строительство и продолжительность строительства [1-3], а также увеличить прочностные характеристики [4-6], возводимых зданий и сооружений. Из-за медленного развития научно-технического прогресса в строительстве, новые технологии используются десятилетиями, что влияет на формирование механизации строительного производства. Механизация строительных работ обеспечивает экономию трудовых ресурсов, укорачивает сроки строительства, совершенствует условия труда [7-8].

В монолитном строительстве, как и во всей отрасли строительства, стремятся перейти от комплексной механизации к автоматизированной [9-10]. Итог – создание 3D-печати в монолитном возведении зданий. Большинство стран активно используют 3D-печать при возведении монолитных зданий и сооружений, в России также есть разработанные технологии. Разработанный российскими учеными принтер для 3D-печати, позволяет приготавливать бетонную смесь, выдавливать ее в виде пластичного филамента через раздаточную головку принтера и послойно укладывать в проектное положение. В процессе укладки бетонной смеси одновременно с помощью подающего устройства позиционируют в тело филамента гибкие армирующие элементы в виде витых или плетеных армирующих канатов из полимерных или минеральных волокон для непрерывного и/или дискретного армирования бетонной смеси.

Технологическая схема 3D-печати показана на (рис.1). Для печати используются современные строительные материалы:

- наномодифицированный волокнистый цемент;
- гибкая неметаллическая арматура [11].

Наноцемент относится к вяжущим – нового поколения. Цемент, получают путем совместного помола: портландцементного клинкера, гипса или его производных, минеральных добавок, а также органического модификатора на основе полиметиленафталинсульфонатов. Модификатор образует в измененном состоянии наноболочки на частицах портландцементного клинкера. В качестве модификатора используются преимущественно сульфонаты (нафталин-, меламин-, улучшенные лигносульфонаты). Особым свойством

наноцемента является способность срастаться на химическом уровне с базальтовым и стеклянным волокном и фиброй в цементном камне и сохранять их прочность в процессе эксплуатации сооружения [12].

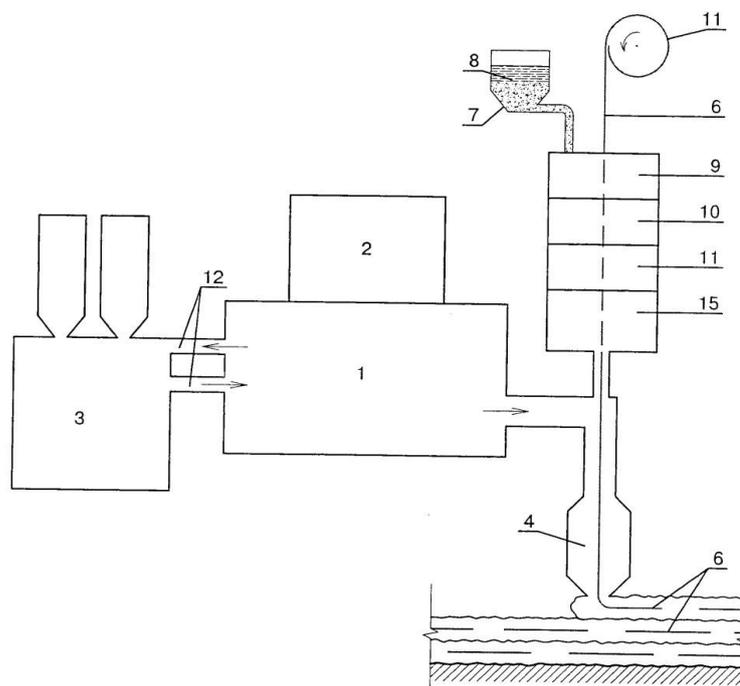


Рис. 1. Технологическая схема 3D-печати:

1 – принтер; 2 - управляющая система; 3 - бетоносмесительный и бетононасосный узел; 4 - раздаточная головка; 5 – картридж; 6 - волоконный канал; 7 – емкость; 8 – связующее; 9 - смесительная ванна; 10 – термофильера; 11 - подающее устройство; 15- ножницы; 12 - соединяющий трубопровод; 13 - бетонная смесь

Гибкую неметаллическую арматуру производят путем пропитки полимерным или минеральным связующим, витых и плетенных канатов из стеклянного, базальтового или углеродного волокна. Главные достоинство использования гибкой неметаллической арматуры в монолитном 3D печатании зданий и сооружений – непрерывность печати и геометрическое разнообразие изделий. Изгибная жесткость стальной и композитной полимерной арматуры не позволяет печатать ломанные и криволинейные изделия, а армирование фиброй применяемое во многих современных 3D принтерах – экономически не выгодно. Поэтому оптимальное решение - использовать гибкую неметаллическую арматуры [13].

На сегодняшний день 3D принтер позволяет сократить сроки строительства и необходимость в привлечении рабочей силы и покупке дорогостоящей строительной техники и оборудования, значительно, уменьшается. Но, несмотря на всю привлекательность монолитного 3D строительства, как наши отечественные модели 3D принтеров, так и зарубежные не позволяют серьезно экономить электроэнергию и денежные средства. Кроме этого оборудова-

ние быстро приходит в негодность, после чего требуется дорогостоящий ремонт и обслуживание [14-16].

Наряду с изобретением оборудования для перехода к автоматизированному строительству, есть необходимость в поиске новых материалов и технологий их монтажа. Одна из таких технологий – предварительное напряжение арматуры. Технология предварительного напряжения арматуры известна давно, но в монолитном строительстве стала использоваться недавно. Её суть заключается в том, что высокопрочную арматуру растягивают механически, с помощью домкратов или электротермическим способом, после чего заливают бетон и после схватывания ослабляют натяжение. Арматура стремится вернуться в исходное положение и оказывает сжимающее усилие на бетон. Высокие прочностные характеристики монолитных элементов, позволяют возводить здания с длинными пролетами, не имеющие промежуточных опор. Также технология предварительного напряжения позволяет сократить толщину междуэтажных перекрытий на 20% и расход бетона снижается до 25% [17-19].

Соединение арматуры муфтами - еще одна современная технология, которая позволила значительно сократить время, затраченное на арматурные работы. Муфта представляет собой механическое устройство из стали с цилиндрическим, шестиугольным, квадратным профилем, длиной более 2,5 диаметров арматурных стержней (рис. 2).

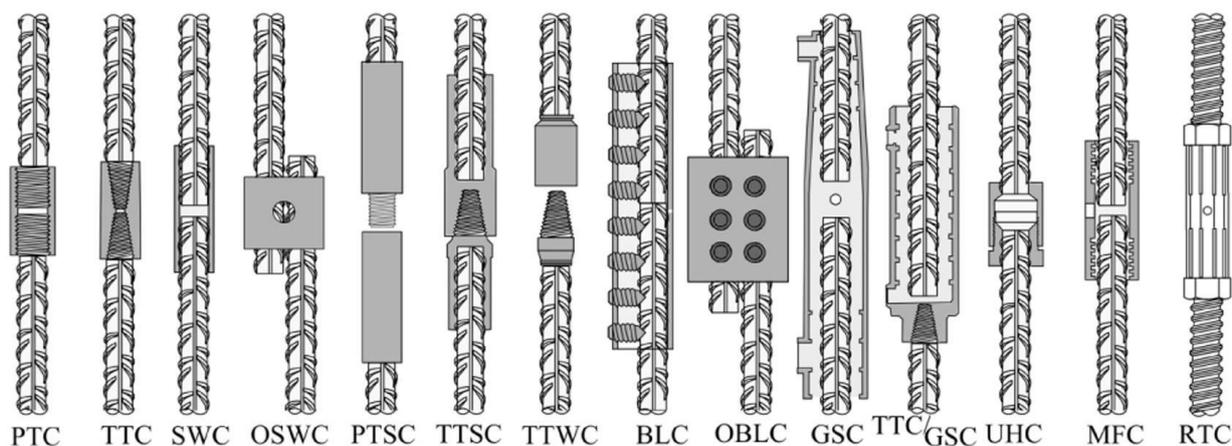


Рис. 2. Муфтовые соединения арматурных стержней

По способу соединения арматуры выделяют три разновидности муфт:

- с конической резьбой;
- с цилиндрической резьбой;
- обжимные муфты.

Соединение арматуры муфтами сокращает расход арматуры на 5% в отличие от соединений вязкой или свариванием. Также плюсом этой технологии является то, что она позволяет создать соединение с равной прочностью по всей длине арматурного каркаса. Это обеспечивает равномерное распределение нагрузок по всем арматурным стержням [20].

Эффективность монолитного строительства во многом зависит от совершенствования средств подмащивания и механизации. Китайские инженеры разработали самонесущую платформу, не имеющую аналогов, во всем мире (рис. 3).



Рис. 3. Китайская самонесущая платформа

Она представляет собой платформу для рабочих при строительстве небоскребов и может оставаться устойчивой на высоте более 500 м и выдерживать вес до 2000 т. Перемещают платформу после того, как закончено возведение нескольких этажей выше уровня платформы. С помощью двух гусениц с каждой стороны и 12 домкратов платформа поднимается на новый ярус. Эта инновационная технология позволяет ускорить процесс строительства на 20% [21-22].

При ведении монолитных работ нередко встречаются такие ситуации, когда в густоармированную конструкцию невозможно погрузить глубинный вибратор, а поверхностное вибрирование не дает эффективного результата. В таких ситуациях использование бетонной смеси с обычной подвижностью не практично, поэтому разработали и внедрили в производство самоуплотняющийся бетон (СУБ). Основной характеристикой самоуплотняющегося бетона является то, что он способен проседать и уплотняться под воздействием собственной массы, при этом заполняется практически все пространство опалубки, даже если конструкция густоармированная. Наряду с этим он имеет прочность на сжатие и растяжение выше, чем у обычного бетона. В стандартный состав СУБ входят: вода, портландцемент, песок, мелкий щебень, пластификатор, но некоторые разработанные технологии производства самоуплотняющегося бетона, позволяют использовать такие отходы как: золы ТЭС, микрокремнезём, шлаки, рисовую шелуху, что является еще одним достоинством. Несмотря на ряд преимуществ данной разновидности бетонной смеси, существуют и недостатки – трудоемкость и дороговизна ее производства. [23-25]

Список литературы:

1. Гилязидинова Н. В. Технология сборного и монолитного бетона и железобетона в примерах и задачах / А. В. Угляница, Н. В. Гилязидинова, Т. Н. Санталова, Н. Ю. Рудковская // Учебное пособие. Кемерово. 2012.
2. Белова Е. М. Разработка технологических решений применения мембранного покрытия теннисного корта / А. В. Шумилина, Е. М. Белова // Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Россия молодая». 2017. С. 54016.
3. Гилязидинова Н. В. Исследование применения монолитного бетона для шахтного строительства / Н. В. Гилязидинова, Н. Ю. Рудковская, Т. Н. Санталова // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2017. № 1 (119). С. 31-36.
4. Дуваров В. Б. О возможности модификации цементных бетонов отработанным катализатором производства анилина / А. В. Угляница, В. Б. Дуваров // Вестник ВСГУТУ. 2019. № 2 (73). С. 43-51.
5. Дуваров В. Б. Модификация цементных бетонов отработанным катализатором производства капролактама / А. В. Угляница, В. Б. Дуваров // Инновации и инвестиции. 2019. № 6. С. 286-290.
6. Дуваров В. Б. Активация портландцемента минеральными добавками / В. Б. Дуваров // Сборник научных статей V Международной научно-практической конференции «Проблемы строительного производства и управления недвижимостью». 2018. С. 141-143.
7. Ляпин, А.О. Научно-технический прогресс в строительстве: // 2016. URL: <http://integross.net/nauchno-texnicheskij-progress-v-stroitelstve>. (Дата обращения: 02.12.21).
8. Биджиева, Ф. К. Научно-технический прогресс в строительной отрасли / Ф. К. Биджиева. — Текст : непосредственный // Технические науки в России и за рубежом : материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Москва, январь 2015 г.). — Москва : Буки-Веди, 2015. — С. 64-66. — URL: <https://moluch.ru/conf/tech/archive/124/7045/> (Дата обращения: 02.12.2021).
9. Шабанов Е. А. Анализ процессов автоматизации управления строительной площадки / В. Д. Исхаков, Е. А. Шабанов // Сборник научных статей V Международной научно-практической конференции «Проблемы строительного производства и управления недвижимостью». 2018. С. 63-66.
10. Шабанов, Е. А. Обоснование рациональных параметров автоматизации процессов производства строительных материалов и изделий / А. Ю. Шабуров, Е. А. Шабанов // Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Россия молодая» (Кемерово, 16-19 апреля 2019 г.). С. 60621.
11. Патент № 2683487. Способ возведения монолитного здания, сооружения методом 3d печати и устройство для его осуществления : № 2017142362 : заявл. 12.05.2017 : опубл. 28.03.2019/Х. А. Джантимиров, П. Х. Джантимиров, А. И. Звездов ; заявитель, патентобладатель АО "НИЦ "Строительство".

12. Патент № 2482247. Способ изготовления неметаллического арматурного элемента с периодической поверхностью и арматурный элемент с периодической поверхностью : № 2011121123/03 : заявл. 26.05.2011 : опубл. 20.05.2013/Х. А. Джантимиров, П. Х. Джантимиров, В. Х. Джантимирова ; заявитель, патентобладатель Джантимиров Х. А.
13. Патент № 2595284. Волокнистый наноцемент и способы его изготовления: № 2015119759/03 : заявл. 26.05.2015 : опубл. 27.08.2016/Б. Э. Юдович, С. А. Зубехин, Х. А. Джантимиров ; заявитель, патентобладатель АО "НИЦ "Строительство".
14. Каргин, А. А. Проблемы использования экструзионной 3D-печати в строительстве при помощи смесей на основе цемента / А. А. Каргин, Ю. К. Лукашова // Проблемы строительного производства и управления недвижимостью : материалы IV Международной научно-практической конференции (Кемерово, 23-24 ноября 2016 г.). С. 96-99.
15. Покатилов Ю. В. Анализ развития в строительной отрасли робототехники и 3D-печати / Покатилов Ю. В., Гузий О. Г. // Сборник материалов XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Россия молодая». Кемерово, 2021. С. 063105.1-063105.4.
16. Дубенский М. С. 3D печать в современном строительстве / М. С. Дубенский, В. С. Будаев // Сборник материалов XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Россия молодая». Кемерово, 2021. С. 63102.1-63102.5.
17. Чхум, А.К. Эффективность строительства с применением технологии преднапряжения железобетона // 2018. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-stroitelstva-s-primeneniem-tehnologii-prednaryazheniya-zhelezobetona-1/viewer>. (Дата обращения: 03.12.21).
18. Патент № 319726. Устройство для натяжения арматуры: № 1425892/29-14 : заявл. 03.04.1970 : опубл. 02.11.1971/В. Д. Васильев, М. М. Винник, А. Х. Горлов, К. Н. Данилевский, Н. Н. Рудомазин ; заявитель, патентобладатель Васильев В. Д.
19. Патент № 1686096. Способ электротермического натяжения высокопрочной стержневой арматуры: № 4465128 : заявл. 26.05.1988 : опубл. 23.10.1991/А. А. Мартынов, С. А. Мадатян, В. Д. Досюк, Н. М. Богин ; заявитель, патентобладатель Мартынов А. А.
20. Дьячков, В. В. Применение механических соединений арматуры железобетонных конструкций : методическое пособие / В. В. Дьячков, Д. Е. Климов, С. О. Слыщенко – Москва : Изд-во НИИЖБ им А. А. Гвоздева, 2016. – 89 с.
21. Диамант, М. И. Технология сборного и монолитного бетона и железобетона : учеб. пособие для студентов строит. специальностей вузов / М. И. Диамант, Н. В. Гилязидинова, Т. Н.Санталова. – Кемерово: Федер. агентство по образованию, ГОУ ВПО "Кузбас. гос. техн. ун-т, 2005. – 193 с. - ISBN 5-89070-437-0.

22. В Китае создали машину для быстрого строительства небоскребов // 2018. URL: <https://www.сметчик.рф/news/interesnye/v-kitae-sozdali-mashinu-dlya-bystrogo-stroitelstva-neboskrebov>. (Дата обращения: 05.12.21).

23. Технология сборного и монолитного бетона и железобетона : учеб. пособие для студентов строит. специальностей вузов / Н. В. Гилязидинова, А. В. Угляница, Т. Н.Санталова [и др.] – Кемерово: ГОУ ВПО "Кузбас. гос. техн. ун-т, 2016, – 217 с. - ISBN 978-5-906888-34-1.

24. Шестернин, А. И. Основы технологии самоуплотняющегося бетона / А. И. Шестернин, М. О. Коровкин, Н. А. Ерошкина. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 6 (86). — С. 226-228. — URL: <https://moluch.ru/archive/86/16436/> (дата обращения: 06.12.2021).

25. Патент № 2679322. Самоуплотняющийся бетон: № 2018108644 : заявл. 13.03.2018 : опубл. 07.02.2019/Р. С. Федюк, П. Г. Козлов, С. Р. Курдошов; заявитель, патентобладатель ФГАОУ ВПО Дальневосточный федеральный университет.