

УДК 691-478

СБОРНО-АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕСТНОГО ШО СЫРЬЯ И 3D-ПРИНТЕРА



PREFABRICATED ADDITIVE TECHNOLOGIES USING LOCAL RAW MATERIALS AND A 3D PRINTER

Удодов Сергей Алексеевич

кандидат технических наук,
заведующий кафедрой производства строительных
конструкций и строительной механики,
Кубанский государственный технологический университет
udodov-tec@mail.ru

Самандасюк Глеб Витальевич

студент,
Кубанский государственный технологический университет
Gleb6730@gmail.com

Малеев Михаил Александрович

студент,
Кубанский государственный университет
m.maleev.000@gmail.com

Аннотация. На сегодняшний день во всех сферах нашей жизни на первый план выходит поиск новых, более современных методов и технологий, способных улучшить жизнь людей. В сфере строительства одним из таких методов является строительство при помощи аддитивных технологий. Аддитивные технологии (Additive Manufacturing – от слова аддитивность – прибавляемый) – это послойное наращивание и синтез объекта с помощью 3D печати. Уникальность данной технологии заключается в том, что можно значительно сократить затраты при производстве. Предлагаемая разработка объединяет аддитивную технологию с промышленной технологией производства конструкций.

Ключевые слова: строительство, 3D-печать, аддитивные технологии, мелкозернистый бетон, ресурсосберегающая технология, малоэтажное строительство.

Segey Alekseevich Udodov

Candidate of Technical Sciences,
Head of Department Production
of Building Structures
and Construction Mechanics,
Kuban State Technological University
Udodov-tec@gmail.com

Gleb Vitalievich Samandasyuk

Student,
Kuban State Technological University
Gleb6730@gmail.com

Maleev Mikhail Alexandrovich

Student,
Kuban State University
m.maleev.000@gmail.com

Annotation. Today, in all spheres of our life, the search for new, more modern methods and technologies that can improve people's lives comes to the fore. In the field of construction, one of these methods is construction using additive technologies. Additive Manufacturing (from the word additivity – added) is a layer-by-layer build-up and synthesis of an object using 3D printing. The uniqueness of this technology lies in the fact that it is possible to significantly reduce production costs. The proposed development combines additive technology with industrial technology for the production of structures.

Keywords: construction, 3D printing, additive technologies, fine-grained concrete, resource-saving technology, low-rise construction.

П овысить темпы возведения индивидуального жилья без потери его качественных и эксплуатационных характеристик при одновременном сохранении архитектурной выразительности позволит аддитивная технология строительства и производства строительных изделий и конструкций (3D-печать в строительстве). За счет сокращения ряда операций на строительном объекте, снижения материалоемкости и доли ручного труда значительно сокращается срок возведения конструкции. Существующий зарубежный опыт подтверждает перспективность направления: китайской компанией «WinSun» возведено с помощью 3D-принтера десять одноэтажных домов каждый площадью 200 м² за 24 часа [4].

Предлагаемая сборно-аддитивная технология направлена на формирование комплекса технологических решений в области промышленного аддитивного производства строительных изделий и конструкций, с дальнейшим возведением зданий и сооружений непосредственно на стройплощадке.

Разработанные решения включают в себя следующие блоки: описание рецептур бетонных смесей и способов их приготовления; алгоритмы настройки режимов печати в зависимости от параметров конкретного строительного проекта; описание схем организации строительства от параметров конкретного строительного проекта; описание схем организации строительства с использованием аддитивной технологии; аль-

бом архитектурных и объемно-планировочных проектных решений; методики контроля качества изделий и строительного контроля.

Предложенная разработка предполагает объединение индустриального производства аддитивной технологией строительства. Индустриальное производство – предполагает массовое заводское изготовление строительных деталей и конструкций и их последующего механизированного монтажа на строительной площадке. Достоинствами индустриального производства являются:

- Оптимальная независимость производственных условий от времени года и атмосферных факторов;

- Постоянный контроль качества;
- Стабильность сырья и свойств готовой продукции;
- Снижение себестоимости производства.

К недостаткам индустриального производства относят:

- Металлоемкость;
- Ограниченная номенклатура типовых размеров.

Преимущества 3D-печати в строительстве непосредственно на площадке:

- Архитектурная выразительность;
- Снижение влияния человеческого фактора на процесс производства;
- Снижение трудозатрат.

Практически полное отсутствие отходов:

- Высокая скорость работы.

К недостаткам можно отнести:

- Отсутствие научно обоснованных рецептур мелкозернистого бетона для печати на 3D-принтере;

- При печати на объекте, появляется зависимость от рельефа местности и погодных условий.

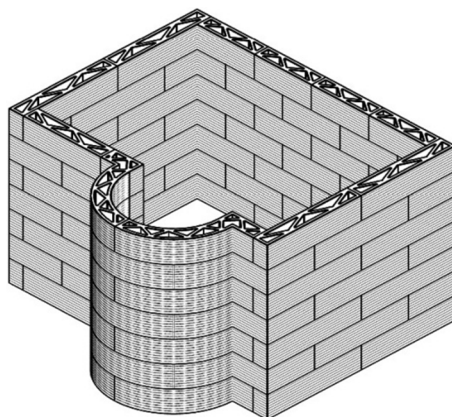


Рисунок 1 – Сборно-аддитивная технология

На данный момент разрабатываются два варианта изготовления и монтажа блоков. В первом случае изготавливается стеновой блок без утеплителя (рис. 2, а), который после затвердевания и монтажа представляет собой фактически не съемную опалубку, так можно произвести вертикально армирование конструкции, и затем заполнить блок утеплителем (легкий или теплоустойчивый монолитный бетон, пеноарболит на основе рисовой лузги и т.д.). Второе решение предлагает, что блок идет с утеплителем, при этом возможно только поперечное армирование.

Преимущества сборно-аддитивной технологии:

- Обеспечение архитектурной выразительности и отсутствие типизации проектов;
- Независимость от погодных условий;
- Производственный контроль качества;
- Стабильность свойств материала;
- Возможность круглосуточной работы;
- Нет необходимости иметь крупногабаритный 3D-принтер.

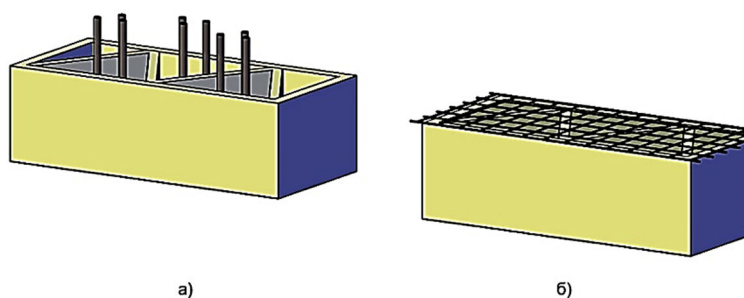


Рисунок 2 – Варианты изготовления блоков при помощи малогабаритного строительного 3D-принтера

Основные конкурентные преимущества:

За счет сокращения ряда операций на строительном объекте, снижения материалоемкости и доли ручного труда значительно сокращается срок возведения конструкции.

Добавление дробленой рисовой лузги позволяет уменьшить удельные затраты цемента

Преимущество этого типа в том, что строительство домов обходится практически вполнину дешевле, чем возведённых традиционным способом. Это даёт очень хорошие перспективы и в будущем, несомненно, выведет сферу строительства на совершенно новый уровень.

Данная технология является инновационной и может использоваться как пример современного метода обучения студентов на практических занятиях у студентов-строителей [6] [7].

Литература

1. Агеева М.С. Аддитивные технологии – эпоха инноваций в строительстве / М.С. Агеева, А.А. Матюхина, А.С. Никулина.
2. Аддитивные технологии и современные технологии строительства / Н.Ю. Гуторов [и др.] // Молодежь и научно-технический прогресс: Сборник докладов X Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых : в 4 т. – 2017. – Т. 3. – С. 85–87.
3. Удодов С.А. 3D-печать в строительстве: новое направление в технологии бетона и сухих строительных смесей / С.А. Удодов, Ф.А. Белов, А.Е. Золотухина; Под общей ред. Г.Ю. Гуляева // International innovation research. Сборник статей победителей VI Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 58–61.
4. Самандасюк Г.В. Аддитивные технологии в строительстве / Г.В. Самандасюк, И.А. Слесарев, М.С. Кожен // Globus: Технические науки. – 2020. – № 2(33). – С. 18–19.
5. Лернер И.Д. Аддитивные технологии в архитектурном проектировании / И.Д. Лернер, Е.А. Сухина // Сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции. Посвящается 190-летию со дня основания Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета (ЛИСИ – СПбГАСУ). – СПб., 2022.
6. Мясникова Е.Р. Процесс обучения геодезии глазами студентов: проблемы и перспективы / Е.Р. Мясникова, А.Ю. Гура, Д.А. Гура // Астраханский вестник экологического образования. – 2023. – № 2(74). – С. 129–133.
7. Гура А.Ю. Роль интерактивных методов обучения в процессе преподавания дисциплины «геодезия» / А.Ю. Гура, Д.А. Турк, Д.А. Гура // Астраханский вестник экологического образования. – 2023. – № 3(75). – С. 146–151.

References

1. Ageeva M.S. Additive technologies – the era of innovation in construction / M.S. Ageeva, A.A. Matyukhina, A.S. Nikulina.
2. Additive technologies and modern construction technologies / N.Yu. Gutorov, A.S. Chepenko, N.A. Naumenko, O.A. Pavlenko, L.H. Zagorodnyuk // Youth and scientific and technological progress: Collection of reports of the X International Scientific and Practical Conference of students, postgraduates and young scientists : in 4 vol. – 2017. – Vol. 3. – P. 85–87.

3. Udodov S.A. 3D printing in construction: a new direction in the technology of concrete and dry building mixes / S.A. Udodov, F.A. Belov, A.E. Zolotukhina // International Innovation Research. Collection of articles by the winners of the VI International Scientific and Practical Conference. Under the general editorship of G.Y. Gulyaev. 2017. – P. 58–61.
4. Samandasyuk G.V. Additive technologies in construction / G.V. Samandasyuk, I.A. Slesarev, M.S. Kozen // globus: technical sciences. – 2020. – № 2(33). – P. 18–19.
5. Lerner I.D. Additive technologies in architectural design / I.D. Lerner, E.A. Sukhinina // Collection of materials of the VII All-Russian Scientific and Practical Conference. Dedicated to the 190th anniversary of the founding of the St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (LISI – SPbGASU). – SPb., 2022.
6. Myasnikova E.R. The process of teaching geodesy through the eyes of students: problems and prospects / E.R. Myasnikova, A.Yu. Gura, D.A. Gura // Astrakhan Bulletin of Environmental Education. – 2023. – № 2(74). – P. 129–133.
7. Gura A.Yu. The role of interactive teaching methods in the teaching of the discipline «geodesy» / A.Yu. Gura, D.A. Turko, D.A. Gura // Astrakhan Bulletin of Environmental education. – 2023. – № 3(75). – P. 146–151.