

Трансформирующиеся и сборно-разборные объемные блок-модули, применяемые в строительстве

*С. Г. Абрамян¹, А. В. Котляревская², А. А. Котляревский³, З. Ю. Галда¹,
А. А. Дикмеджян¹*

¹*Волгоградский государственный технический университет*

²*Университет РУДН*

³*Московский открытый институт*

Аннотация: В статье рассматривается важность применения объемных блок-модулей (ОБМ) в строительстве, и особенно при организации временных строительных городков. Отмечается, что, несмотря на высокую монтажную технологичность выполнения работ, применение ОБМ характеризуется низкой транспортной технологичностью. С целью обеспечения высокой транспортной технологичности для организации городков временного назначения предлагается использование сборно-разборных ОБМ.

Ключевые слова: модульное строительство, монтажная и транспортная технологичность, сборно-разборная конструкция.

В последнее время строительство зданий и сооружений из модульных конструкций различной заводской готовности приобрело большое значение во всем мире. Это связано с огромными преимуществами данных конструкций, позволяющими в кратчайшие сроки сдавать в эксплуатацию строительные системы различного функционального назначения [1–3].

Достоинства модульного строительства подчеркиваются и в других научных публикациях. Так, в статьях [4–6] отмечается высокотехнологичность и безопасность строительных работ; экологичность выполнения работ за счет снижения количества самих технологических процессов и сокращения строительных отходов; высокое качество выполнения работ; снижение количества трудовых ресурсов на строительной площадке. В работе [7] авторы указывают на энергоэффективность реконструкции методом надстройки за счет применения легковесных сборочных модульных элементов (готовых под финишную отделку).

Началом развития модульного строительства считается начало XX века. Готовые объемные блок-модули в СССР массово применялись с

начала 50-х годов прошлого века для решения жилищного вопроса, возникшего после Второй мировой войны. Ранее модульное строительство успешно применялось в США, Японии и Швеции, но особенно популярным стало в Великобритании, Австралии, Германии, Нидерландах, Китае и Гонконге [8, 9]. Считается, что за рубежом новый этап своего жизненного цикла модульное строительство получило в 2004 году, когда «жилищный сектор Великобритании выступил с инициативой построить не менее 25 % нового социального жилья» [9].

Несмотря на огромные преимущества применения ОБМ в строительстве зданий и сооружений, основным недостатком этих систем на стадии строительства считается низкая транспортная технологичность. Поэтому в последние двенадцать лет велись активные поиски решений по устранению этой проблемы.

Суть концепции трансформирующихся объемных блок-модулей (ТОБМ) заключается в увеличении их полезной площади и повышении эксплуатационных характеристик за счет трансформации в различных направлениях (рис. 1) с помощью различных выдвижных механизмов. Как видно из рис. 1, трансформация ОБМ происходит как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении.

В настоящее время разрабатываются также ТОБМ для возведения зданий девяти и выше этажей. Применение ТОБМ позволит проектировать различные с архитектурной точки зрения строительные системы.

Способ трансформирования мобильных строительных систем включает транспортировку строительной системы к месту монтажа с помощью автомобильной платформы и ее фиксацию на выбранном месте посредством выдвижных опор и решетчатых выдвижных опор. Особый интерес представляет разработка российского изобретателя Д. К. Семенова [10], которая отвечает требованиям снижения трудоемкости и сокращения сроков

разворачивания и сворачивания блок-модуля (обратной сборки или складывания) (см. рис. 1, *д*, *е*). Уникальность разработки заключается в том, что ТОБМ принимает несколько окончательных видов трансформации, например одноэтажное здание, одноэтажное здание с мансардой и два вида двухэтажных зданий, отличающихся формой крыши.

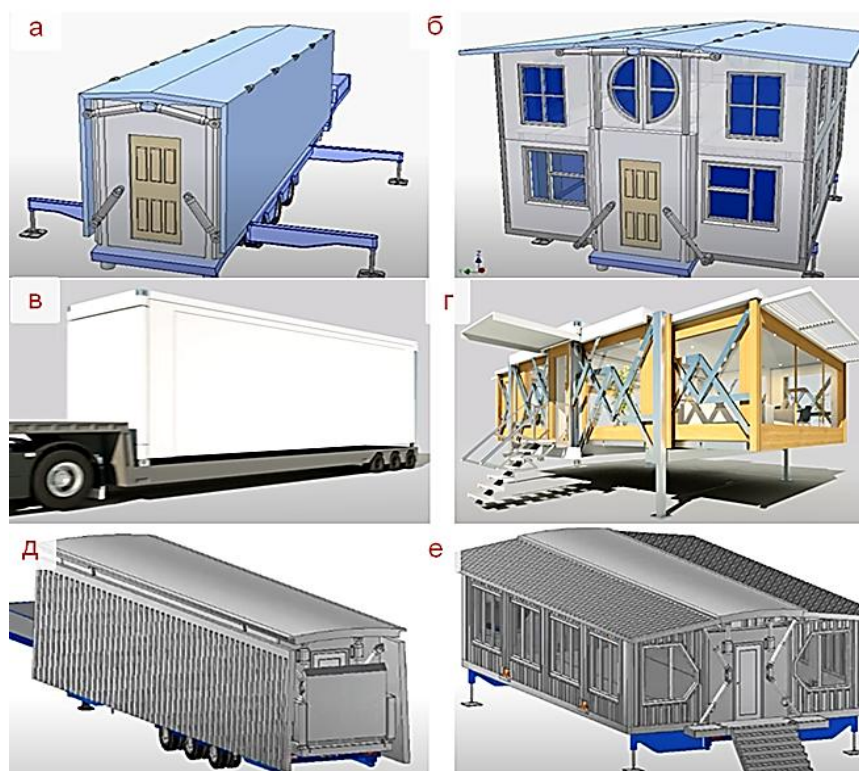


Рис. 1. – Внешний вид трансформирующихся объемных блок-модулей:

а, в, д – до трансформации; *б, г, е* – после трансформации

Трансформация мобильного здания состоит из следующих этапов: поднятие крыши; разворачивание пола, боковых и торцевых стен; поднятие фронтонов (с условно снятой крышей) и т. д. Все панели приводятся в рабочее состояние и обратно собираются посредством индивидуальных приводов системы автоматического управления. Основываясь на замысле разработчика, оборудование для офиса, проживания, выездных мероприятий и т. д. в мобильном трансформирующемся здании имеет различные варианты комплектации. Особое значение ТОБМ приобретают при организации различных бытовых городков (в том числе и строительных) в удаленных и

труднодоступных местах. Поэтому нужны разработки ТОБМ, трансформирующихся в вертикальном положении (рис. 2), чтобы в пакетированном виде их можно было бы доставить на одной платформе или воздушным транспортом сразу несколько ТОБМ.

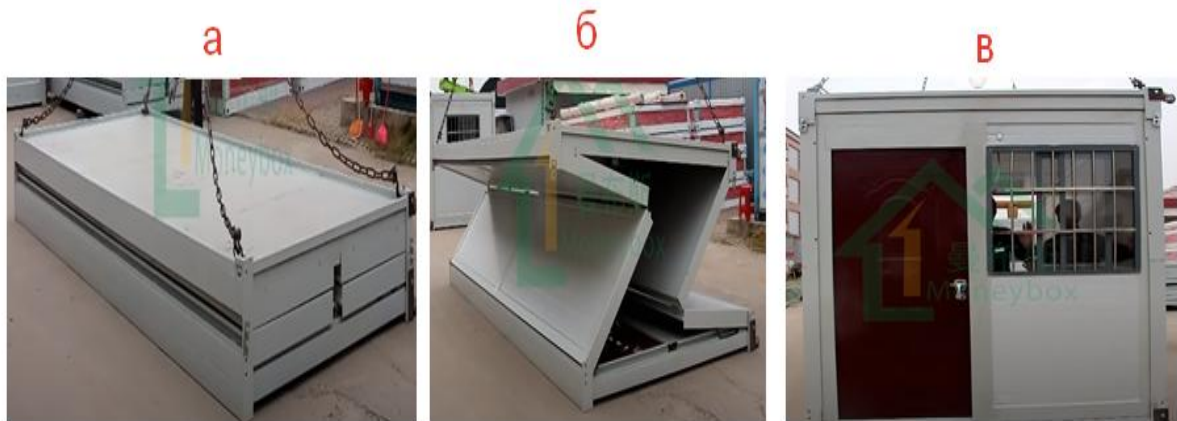


Рис. 2. – Внешний вид вертикального трансформирующегося объемного блок-модуля производства Китая: *а* – в пакетированном виде; *б* – в процессе трансформирования; *в* – после полного трансформирования

В данной работе авторами предлагается конструктивное решение нового ОБМ для организации городков временного назначения (в том числе и строительного).

Предлагаемый ОБМ представляет собой мобильную сборно-разборную конструкцию, габаритные размеры которой позволяют транспортировать ее находящимися в эксплуатации автомобильными платформами (полуприцепами). В исходном положении (до раскладки) конструкция представляет собой два пакета, каждый из которых состоит из отдельных конструктивных элементов. Первый пакет (рис. 3, *а*) состоит из несущей платформы (1), одновременно являющейся полом объемного блок-модуля и двух стеновых панелей с фронтонами (2, 3).

В стеновой панели (3) предусмотрена входная дверь (4) (см. рис. 3, *а*). Во второй пакет входят боковые стеновые панели и раскладная крыша, в которых предусмотрены монтажные петли. Стеновые панели (2) и (3)

приводятся в проектное (вертикальное) положение двумя рабочими-монтажниками, временное закрепление осуществляют раскосами. Окончательное закрепление стеновых панелей с платформой производят с помощью болтовых соединений (рис. 4, а), при этом основательно закрепляют только установки боковых стеновых панелей, в которых предусмотрены окна.

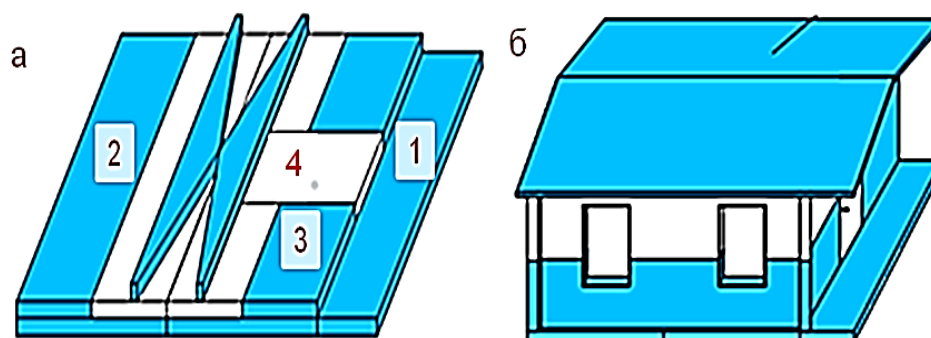


Рис. 3. – Внешний вид сборно-разборного объемного блок-модуля:

а – первый пакет до раскладки; *б* – ОБМ в собранном виде

На стеновых панелях (2) и (3) предусмотрены пазухи из С-образных легких стальных тонкостенных профилей, ширина которых соответствует толщине боковых стеновых панелей. На рис. 4, а они обозначены цифрой (5).

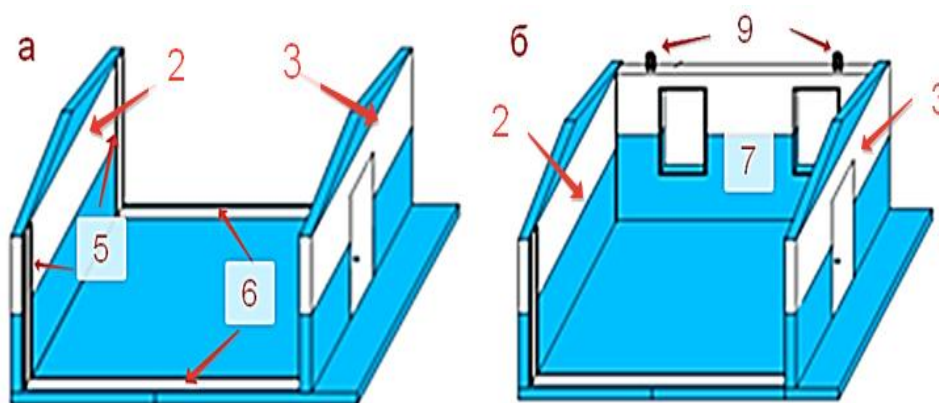


Рис. 4. – Технологический процесс монтажа сборно-разборного ОБМ:

а – установленные в проектное положение стеновые панели (2) и (3);

б – установленная в проектное положение боковая панель (7)

Такие же пазухи (6) имеются на платформе. Они предназначены для закрепления боковых стеновых панелей (7) и (8) с платформой (1) и

стеновыми панелями (2) и (3). Монтаж боковых стеновых панелей (7) (рис. 4, б) и (8) производят таким образом, чтобы торцы панелей вошли в пазухи, после чего основательно закрепляют болтовые соединения стеновых панелей с фронтонами и платформой. Установку производят с помощью механизма с малой грузоподъемностью, так как стеновые панели изготовлены из искусственной пористой древесины. Подаются к месту установки боковые стеновые панели (7) и (8) двухвинтовым стропом, в панелях предусмотрены монтажные петли (9).

На рис. 5 приведены установленные в проектное положение стеновые панели и раскладная крыша из двух панелей.

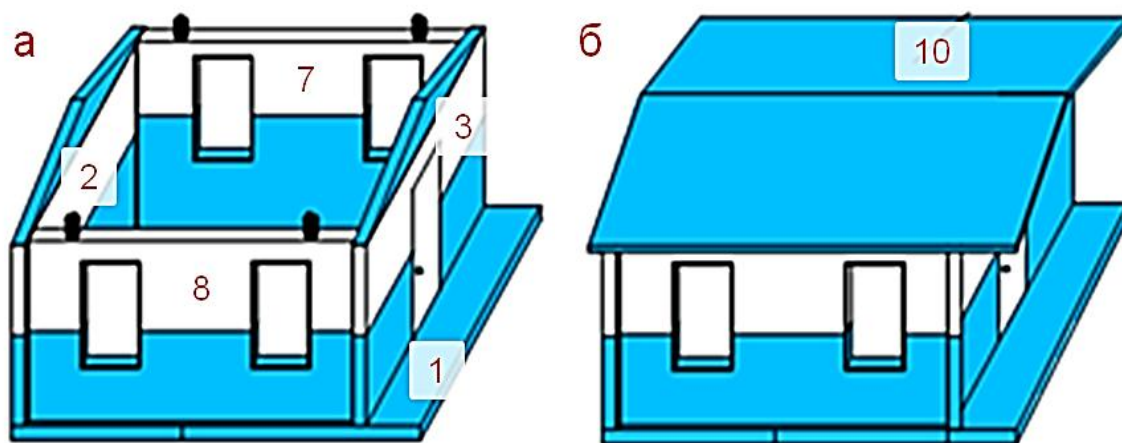


Рис. 5. – Установленные в проектное положение основные элементы сборно-разборного ОБМ: а – установленные в проектное положение стеновые панели; б – установленная в проектное положение раскладная панель двускатной крыши (10)

Габаритные размеры предлагаемого сборно-разборного ОБМ могут соответствовать размерам традиционных бытовых контейнеров. Для определения транспортной технологичности условно принимаем размеры предлагаемого ОБМ следующими: $6 \times 2,4 \times 2,6$. Если на автомобильной платформе можно перевести один контейнер в собранном виде, то в пакетированном виде можно перевезти три. Это означает, что транспортная технологичность повышается в три раза. При этом снижаются показатели монтажной технологичности. Однако нельзя утверждать, что монтажная и

транспортная технологичности – обратно пропорциональные величины. Для установки на необходимом месте ОБМ высокой заводской готовности необходим кран большой грузоподъемности.

На данном этапе разработки ОБМ окончательные количественные показатели экономического и экологического эффектов не определены. Однако, как показывают предварительные расчеты, стоимость одного предлагаемого ОБМ составляет 98 000 руб., что примерно эквивалентно стоимости ОБМ такого же размера из ограждающих сэндвич-панелей. Очень важно отметить, что ограждающие панели из пористой искусственной древесины (ПИД) за счет прочностных характеристик и пожаробезопасности применяемого материала могут иметь наибольший срок эксплуатации.

В заключение отметим, что применение модульных конструкций, и особенно ОБМ, необходимо рассматривать как один из перспективных вариантов обеспечения энергоэффективного строительства. Система модульного строительства более эффективна в удовлетворении глобальных требований, чем традиционный метод.

Литература

1. Луков А. В. Использование модульных зданий в строительстве // Инновации и инвестиции. 2017. № 7. С. 100-118.
2. Lawson R. M., Grubb P. J., Prewer J., Trebilcock P. J. Modular Construction Using Light Steel Framing: An Architect's Guide. URL: ru.book.cc/book/2273282/91ad79.
3. Абрамян С. Г., Илиев А. Б. Основные требования к быстровозводимым строительным системам // Инженерный вестник Дона, 2017, № 4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4426
4. Deng E. F., Yan J. B., Ding Y., Zong L., Li Z. X., Dai X. M. Analytical and numerical studies on steel columns with novel connections in modular



construction // International Journal of Steel Structures. 2017. Vol. 17. Iss. 4. pp. 1613-1626. DOI: 10.1007/s13296-017-1226-5.

5. Лобов М. И., Шестопап Л. А. Виды модульных конструкций в строительстве социальных жилых зданий // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2019. № 2(136). С. 50-53.

6. Анциферова Е. О., Лотенкова М. Д. Технология модульного строительства // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2020. Т. 2. С. 255-258.

7. Абрамян С. Г., Улановский И. А. Модульное строительство и возможность применения модульных конструкций при надстройке зданий // Инженерный вестник Дона, 2018, № 4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5371.

8. Steinhardt D. A., Manley K. Adoption of prefabricated housing – the role of country context // Sustain Cities Soc. 2016. Vol. 22. pp. 26-35.

9. Ferdous W., Bai Yu, Ngo T.D., Manalo A., Mendis P. New advancements, challenges and opportunities of multi-storey modular buildings – A state-of-the-art review // Engineering Structures. 2019. Vol. 183. pp. 883–893.

10. Способ трансформирования мобильного дома и мобильный дом-трансформер : пат. RU 2453 663 С1 Рос. Федерация / Д. К. Семенов ; заявл. 08.12.2010; опубл. 20.06.2012, Бюл. № 17.

References

1. Lukov A. V. Innovacii i investicii. 2017. №7. pp. 100-118.
2. Lawson R. M., Grubb P. J., Prewer J., Trebilcock P. J. URL: ru.book.cc/book/2273282/91ad79.
3. Abramyan S. G., Iliev A. B. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, № 4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4426/.



4. Deng E. F., Yan J. B., Ding Y., Zong L., Li Z. X., Dai X. M. International Journal of Steel Structures. 2017. Vol. 17. Iss. 4. pp. 1613-1626.
6. Anciferova E. O., Lotenkova M. D. Sovremennye tehnologii v stroitel'stve. Teorija i praktika. 2020. Vol. 2. pp. 255-258.
7. Abramyan S. G., Ulanovskij I. A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5371/.
8. Steinhardt D. A., Manley K. Sustain Cities Soc. 2016. Vol. 22. pp. 26-35.
9. Ferdous W., Bai Yu, Ngo T.D., Manalo A., Mendis P. Engineering Structures. 2019. Vol. 183. pp. 883–893.
10. Patent RU 2453 663 C1. Sposob transformirovanija mobil'nogo doma i mobil'nyj dom-transformer [Mobile home transformation method and transforming mobile home]. zajavit. D. K. Semenov, patentoobl. D. K. Semenov, zajavl. 08.12.2010. opubl. 20.06.2012. Bjul. № 17.