

## Энергоэффективная технология реконструкции существующих зданий на основе надстроек. Часть 1

*С.Г. Абрамян, А.А. Овсепян, Е.В. Сибирский*

*Волгоградский государственный технический университет*

**Аннотация:** Статья посвящена технологиям надстройки существующих зданий с применением модульных конструкций, в том числе объемных блоков. Перечислены мировые лидеры по производству объемных модульных блоков. На основе анализа научных публикаций и патентных поисков рассмотрены этапы технологии производства работ. Отмечается, что реализация организационно-технологических мероприятий на более высоком современном уровне и улучшение показателей энергетической эффективности надстройки достигаются главным образом за счет использования модульных единиц, обладающих большими размерами, но при этом меньшим весом.

**Ключевые слова:** реконструкция, технология, энергоэффективность, надстройка, модульные конструкции, объемные блоки, организационно-технологические решения.

Как известно, при реконструкционных работах, включающих надстройку, одним из наиболее распространенных способов повышения энергоэффективности здания выступает применение модульных конструкций. Важно подчеркнуть, что в настоящее время само понятие модульных конструкций применительно к сфере строительства имеет множество толкований и включает в себя как различные объемные блоки, так и несущие элементы каркасной системы здания: вертикальные (колонны), горизонтальные (ригели), перекрытия, а также стеновые панели и др., которые доставляются на строительную площадку уже в готовом виде, где сразу можно приступить к их монтажу [1, 2]. Возможность применения модульных конструкций при надстройке зданий рассмотрена в публикации [3]. Особый интерес представляют научные публикации зарубежных авторов [4, 5].

Наибольшую популярность на мировом строительном рынке модульных конструкций и систем получила продукция японских производителей (Sekisui Chemicals, Daiwa, Misawa, National, Sekisui Heim, Toyota Homes), а также фирм Arupand Partners, Britspace и Yorkon из

---

Соединенного Королевства и компании Clark Pacific, образованной группой инженеров из США. Разработки некоторых компаний частично рассмотрены в работе [6].

Помимо объемных модульных конструкций, все перечисленные ранее компании занимаются изготовлением объемных модулей, предназначенных для устройства крыш. Эти модули состоят из ферм, выполненных из легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) и легких металлических конструкций (ЛМК), и позволяют воплощать дизайнерские идеи относительно различных вариантов крыш.

Что касается российского рынка производства модульных конструкций, то для возведения мансардных этажей рационально использовать облегченные каркасы в виде конструкций, которые состоят из металлического листа и обжимающих его деревянных досок и тем самым объединяют в себе достоинства двух этих материалов, обеспечивая сокращение расхода металла в четыре раза и сохраняя при этом жесткость и несущую способность, необходимые для транспортировки и монтажа.

Предлагаются различные способы строительства мансард с помощью укрупненных пространственных модульных единиц (объемных блок-комнат). Рассмотрим некоторые варианты.

На рис. 1, а представлена металлическая каркасная система, в которой каркас замоноличивается полистиролбетоном – в плоскости пола, внутренних и наружных стен. Для определения необходимой толщины пола и наружных стен проводят теплотехнический расчет, принимая во внимание климатические особенности конкретного региона, а толщины стен между квартирами и перегородками между комнатами – требования прочности и акустической изоляции помещений.

На рисунке 1, б представлен вариант устройства одноэтажной надстройки (мансарды) на базе конструктивной системы СТИЛТАУН.

---

Несущие стойки выполнены из стальных холодногнутых оцинкованных С-профилей (сталь 350 по ГОСТ 14918 с цинковым покрытием 275 г/м<sup>2</sup>) высотой 150 мм, установлены с рядовым шагом 0,6 м и расположены в продольном и поперечном направлениях: по внешним стенам; по средней продольной перегородке; по поперечным перегородкам, примыкающим к лестничным клеткам.



Рис. 1. – Внешний вид объемных модульных блоков для надстройки этажей: а – объемными блок-модулями с опорой на раму зданий с каркасной схемой [7]; б – на базе конструктивной системы СТИЛТАУН [8]

Для обеспечения энергоэффективности надстраиваемых мансардных этажей необходимо применять отвечающие требованиям ограждающие конструкции и правильно выбирать соответствующие системы теплоснабжения.

Как свидетельствует практика, в случае отсутствия резервных мощностей в мансардах целесообразнее организовать систему отопления, предполагающую индивидуальное использование котла в каждой из квартир. В таком случае минимизируются годовые расходы на эксплуатацию и снижаются капитальные затраты.

Опыт производства модульных конструкций для надстройки дополнительных этажей показывает, что существуют структурные и неструктурные модули.

В качестве структурных и неструктурных модулей для надстройки существующих зданий подходят разработки, описанные в патентах [9] (рис. 2), [10–12].

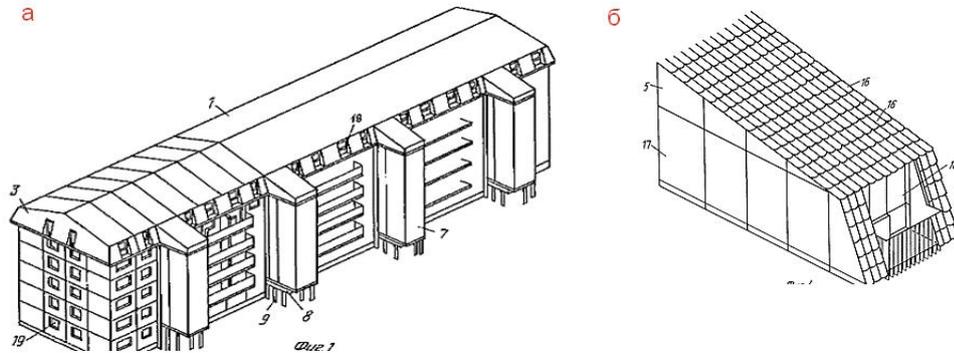


Рис. 2. – Вариант комплексной реконструкции жилого пятиэтажного дома первых массовых серий 1950-х гг. с надстройкой дополнительного этажа: а – внешний вид дома после реконструкции; б – объемный блок для мансарды (примечание: нумерация указана согласно патенту, описание – далее в тексте) [9]

Сущность комплексной реконструкции [9] заключается в том, что над пятиэтажным жилым домом 1 (рис. 2, а) выполнена надстройка 3 из половинчатых симметричных объемных модульных блоков 17, в связи с увеличением этажности дома пристроены лифтовые шахты 7 над плитами 8 на отдельных фундаментах 9 для каждого подъезда, начиная со второго этажа. Наружные стены по всему периметру здания утеплены по принципу вентилируемых фасадов (что позволяет снизить потери теплоты на 30 %), оконные проемы 19 дополнительно остеклены, заменены инженерные сети.

Каркас представленного на рис. 2, б блока заводской готовности, металлический (можно металлодеревянный), сам блок выполнен из полистиролбетона, крыша 5 скатная, кровля утепленная, из металлочерепицы 16. В блоке имеется деревянный энергосберегающий стеклопакет 18, устроены межквартирные и межкомнатные перегородки, предусмотрены все отверстия и каналы для инженерных коммуникаций.

Разработанная конструктивная система надстройки и комплексной реконструкции [9] жилого дома отвечает современным требованиям энергоэффективной реконструкции.

Однако в описании патента не приведены организационные решения для устройства надстройки и пристройки. Кроме того, к отрицательным моментам также следует отнести то, что старая рубероидная кровля не снимается в целях обеспечения горизонтальности над надстраиваемым этажом. Такое решение не обосновано экологически, так как между старыми слоями рубероида в процессе эксплуатации здания могут развиваться различные бактерии. Также необходимо учитывать, что старая рубероидная кровля создает дополнительную нагрузку на фундамент здания. Несмотря на то, что гарантийный срок эксплуатации рубероидной кровли из трех-четырёх слоев, согласно нормативным документам, составляет пять лет, практика показывает, что очень часто течи начинают наблюдаться уже через три года. При этом в процессе ремонта старые слои не снимаются, а поверх них прокладываются новые слои, и так повторяется неоднократно. Между тем существуют технологии, позволяющие перерабатывать отходы старых рубероидных кровель. Так, например, эти отходы используются для «кровельных нарезок в дорожных покрытиях; при вплавлении битума в битумоварочных котлах и в котлах с использованием пара; механически измельченные отходы используются в битумосодержащих кровельных покрытиях» [13].

В патентах [10–12] и научных публикациях [14–16] основное внимание уделяется технологическим решениям по разработке и применению модульных конструкций, в том числе трансформирующихся (отметим, что с точки зрения масштабности и новизны разработка [11], которая приводится в [14], выше некоторых достижений даже на мировом уровне). Организационные решения производства работ или вообще не

---

рассматриваются, или рассматриваются косвенно, что не соответствует условиям производства работ.

Например, в статье [15] авторами предлагается трехэтапное производство работ по устройству мансарды, технологические процессы которых представлены на рис. 3, а организационно-технологические решения – на рис. 4, при реконструкции жилого дома без отселения жильцов.



Рис. 3. – Этапы производства работ по устройству мансарды при реконструкции здания (авторская разработка на основе конструктивной системы и технологии, предлагаемой в [15])

Анализ организационно-технологических решений, представленных на рис. 4, показывает, что монтажный кран передвигается вдоль здания. Расстояние от края (пятна) здания до центра оси монтажного крана составляет 9 м, ширина стенда (места) для сборки стропильных ферм

составляет 13 м, минимальное расстояние от оси крана до стенда – 4 м, и общее расстояние составляет 25 м.

При застройке кварталов расстояние между зданиями принимают в зависимости от их этажности, расположения и пожаробезопасности. Согласно действующим нормативам, солнечный свет должен попадать в жилые помещения на протяжении, как минимум, четырех часов в течение суток. В первую очередь это требование относится к помещениям, расположенным на нижних этажах. Следовательно, расстояние между длинными сторонами 5-этажных домов не должно быть менее 25 м (СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений).

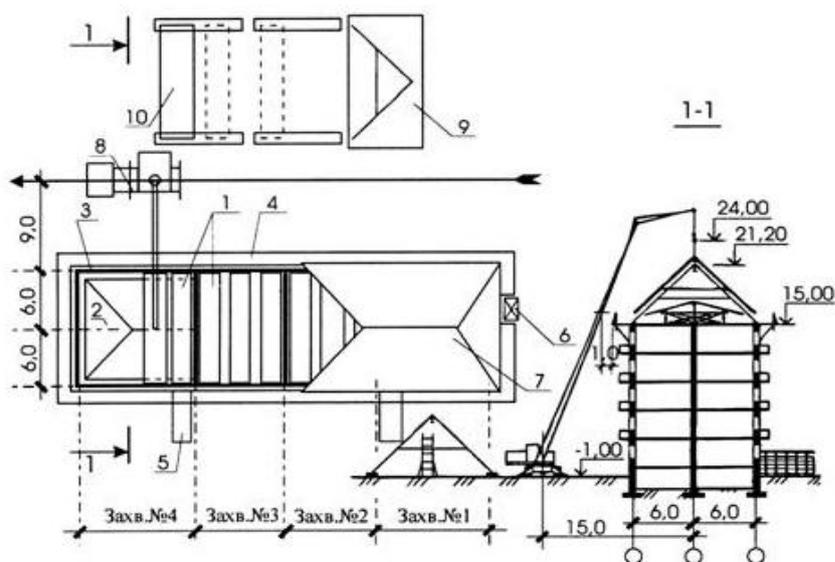


Рис. 4. – Организационно-технологические решения устройства надстройки (мансарды): 1 – блок мансарды; 2 – разбираемое покрытие; 3 – монолитный пояс-рама; 4 – подвесные леса с ограждением; 5 – временный входной тамбур; 6 – строительный подъемник; 7 – новое покрытие; 8 – стреловой кран; 9 – место сборки стропильных ферм; 10 – место сборки блоков [15]

Это означает, что принятые в научной публикации [15] организационно-технологические решения по надстройке здания не могут

быть использованы в стесненных городских условиях и с точки зрения комфортности жильцов не обоснованы.

Подобная технология (рис. 5) представлена также в работе [17].

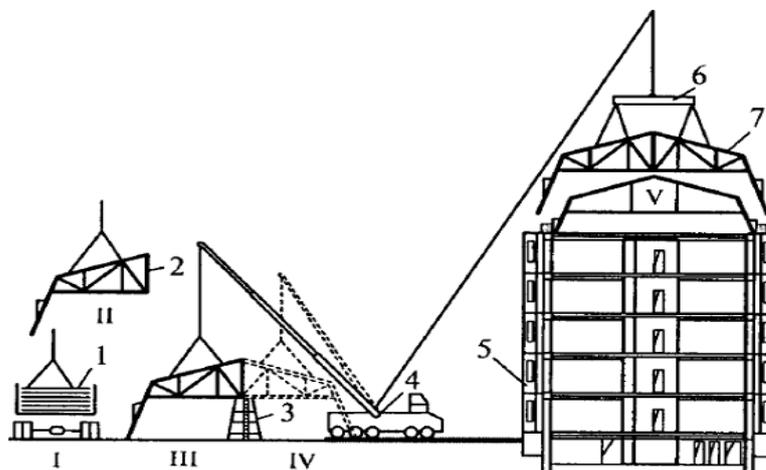


Рис. 5. – Схема монтажа объемных блоков мансардных этажей: 1 – объемный блок в транспортном положении; 2 – раскрытый блок; 3 – опорная площадка для укрупнительной сборки; 4 – монтажный кран; 5 – объемные эркеры; 6 – траверса; 7 – укрупненный монтажный блок; I...IV – технологические этапы производства работ [17]

Таким образом, одним из наиболее перспективных направлений повышения энергоэффективности в процессе реконструкции следует признать использование сборных модульных конструкций, в частности объемных блок-модулей. Обеспечение качественно нового уровня проведения организационно-технологических мероприятий и повышения энергоэффективности надстройки возможно в первую очередь благодаря укрупнению габаритов модульных единиц при одновременном снижении их веса. Для этого при производстве сборочных модульных конструкций и других элементов необходимо использовать композитные материалы.

### Литература

1. Захарова М.В., Пономарев А.Б. Опыт строительства зданий и сооружений по модульной технологии // Вестник Пермского национального

исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2017. Т. 8, № 1. С. 148-155. DOI: 10.15593/2224-9826/2017.1.13.

2. Генералова Е.М., Генералов В.П. Перспективы внедрения модульных конструкций в строительство высотных зданий // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и дизайн. Сборник статей под редакцией: Бальзанникова М.И., Галицкова К.С., Ахмедовой Е.А.; Самарский государственный архитектурно-строительный университет. Самара, 2016. С. 54-59.

3. 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/.

4. Pihelo P., Lelumees M., Kalamees T. Influence of Moisture Dry-out on Hygrothermal Performance of Prefabricated Modular Renovation Elements. Sustainable Built Environment Tallinn and Helsinki Conference SBE16 Build Green and Renovate Deep. Energy Procedia. 2016. Vol.: 96, pp. 745-755. DOI: 10.1016/j.egypro.2016.09.137.

5. Soikkeli A. Additional floors in old apartment blocks. Sustainable Built Environment Tallinn and Helsinki Conference SBE16 Build Green and Renovate Deep. Energy Procedia. 2016. Vol.: 96, pp. 815-823. DOI: 10.1016/j.egypro.2016.09.143.

6. Абрамян С.Г., Ишмаметов Р.Х., Оганесян О.В., Улановский И.А., Дикмеджян А.А. Модульные конструкции и энергоэффективная реконструкция современных строительных систем // Инженерный вестник Дона, 2019, № 6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2019/6065/.

7. Ferdous W., Bai Yu, Ngo T., 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. DOI: 10.1016/j.engstruct.2019.01.061.

8. Реконструкция 5–этажного жилого дома (проект). URL: [andrometa.ru/zhilye-i-obshhestvennye-zdaniya/rekonstrukciya-zdaniy/rekonstrukciya-5-etazhnogo-zhilogo-doma-proekt](http://andrometa.ru/zhilye-i-obshhestvennye-zdaniya/rekonstrukciya-zdaniy/rekonstrukciya-5-etazhnogo-zhilogo-doma-proekt) (дата обращения: 12.02.2022).

9. Булгаков С.Н., Булгакова Т.С., Малкина Н.С. Жилой дом первых массовых серий с мансардным этажом из объемных блок-комнат. Способ устройства мансардного этажа и комплексной реконструкции дома: пат. 2140509 С1, Рос. Федерация: МПК E04 G 23/00, E04 H 1/04; № 97117693/03; заявл. 22.10.97; опубл. 27.10.99, Бюл. №8. 8. URL: [patents.google.com/patent/RU2140509C1/ru](https://patents.google.com/patent/RU2140509C1/ru) (дата обращения: 14.02.2022).

10. Кулаков А.Н Быстровозводимое модульное здание «Z-ТОР» (варианты) и его строительная модуль: пат. 136458 U1 Рос. Федерация: МПК E04B 1/18 № 2013139097/03; заявл. 23.08.13; опубл. 10.01.14, Бюл. №1. 30. URL: [patents.google.com/patent/RU136458U1/ru](https://patents.google.com/patent/RU136458U1/ru) (дата обращения: 14.02.2022).

11. Сычёв С.А. Строительный модуль для строительства зданий: пат. 2631125 С1 Рос. Федерация: МПК E04B 1/348; №2016113628; заявл. 08.04.16; опубл. 19.09.17, Бюл. №26. 11. URL: [elibrary.ru/download/elibrary\\_38270708\\_14354379.pdf](http://elibrary.ru/download/elibrary_38270708_14354379.pdf) (дата обращения: 14.02.2022).

12. Сычёв С.А. Способ строительства многоэтажных зданий из объемных блоков: пат. 2 616 306 С1, Рос. Федерация: МПК E04B 1/348; №2016114357; заявл. 13.04.16; опубл. 14.04.17, Бюл. №11. 11. URL: [patents.google.com/patent/RU2616306C1/ru](https://patents.google.com/patent/RU2616306C1/ru) (дата обращения: 14.02.2022).

13. Алоян Р.М., Федосов С.В., Опарина Л.А. Энергоэффективные здания – состояние, проблемы и пути решения. Иваново: ПресСто, 2016. 276 с.

14. Сычѳв С.А. Перспективные высокотехнологичные строительные системы быстровозводимых трансформируемых многоэтажных зданий // Жилищное строительство. 2018. № 4. С. 36-40.

15. Омурова А.Л., Кожобаева С.Т., Ордобаев Б.С. Реконструкция жилых зданий с надстройкой мансардного этажа из объемных блоков // Наука и новые технологии. 2012. №4. С. 25-30

16. Бадьин Г.М., Сычев С.А., Казаков Ю.Н., Смирнова Д.В. Технология надстройки здания из высокотехнологичных модульных систем повышенной заводской готовности // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 4(69). С. 78-85.

17. Надстройка мансардных этажей. URL: [helpiks.org/7-52978.html](http://helpiks.org/7-52978.html) (дата обращения: 12.02.2022).

### References

1. Zakharova M.V., Ponomarev A.B. Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Construction and Architecture, 2017. Vol. 8, no. 1, pp. 148-155. DOI: 10.15593/2224-9826/2017.1.13.

2. Generalova E.M., Generalov V.P. Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture. Arhitektura i dizajn. Sbornik statej [Traditions and innovations in construction and architecture. Architecture and design. Digest of articles]. Samara. 2016. pp. 54-59.

3. Abramyan S.G., Ulanovskij I.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018. №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5371/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5371/).

4. Pihelo P., Lelumees M., Kalamees T. Influence of Moisture Dry-out on Hygrothermal Performance of Prefabricated Modular Renovation Elements. Sustainable Built Environment Tallinn and Helsinki Conference SBE16 Build Green and Renovate Deep. Energy Procedia. 2016. Vol.: 96, pp. 745-755. DOI: 10.1016/j.egypro.2016.09.137.

5. Soikkeli A. Additional floors in old apartment blocks. Sustainable Built Environment Tallinn and Helsinki Conference SBE16 Build Green and Renovate Deep. Energy Procedia. 2016. Vol.: 96, pp. 815-823. DOI: 10.1016/j.egypro.2016.09.143.

6. Abramyan S.G., Ishmametov R.H., Oganesyanyan O.V., Ulanovskiy I.A., Dikmedzhyan A.A. Inzhenernyy vestnik Dona, 2019. №6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2019/6065/.

7. Ferdous W., Bai Yu, Ngo T., 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. DOI: 10.1016/j.engstruct.2019.01.061.

8. Rekonstruktsiya 5–etazhnogo zhilogo doma (proekt) [Reconstruction of a 5-storey residential building (project)]. URL: andrometa.ru/zhilye-i-obshhestvennye-zdaniya/rekonstruktsiya-zdaniy/rekonstruktsiya-5-etazhnogo-zhilogo-doma-proekt (accessed 12/02/22).

9. Bulgakov S.N., Bulgakova T.S., Malkina N.S. Zhiloy dom pervykh massovykh seriy s mansardnym jetazhom iz obemnykh blok-komnat. Sposob ustrojstva mansardnogo jetazha i kompleksnoj rekonstruktsii doma [Residential building of the first mass series with an attic floor of voluminous block rooms. The method of arranging the attic floor and the complex reconstruction of the house]. Patent RF, no. 97117693/03; 1999, 8 p. URL: patents.google.com/patent/RU2140509C1/ru (accessed 14/02/22).

10. Kulakov A.N. Bystrovozvodimoe modul'noe zdanie «Z-TOP» (varianty) i ego stroitel'naja modul' [Prefabricated modular building "Z-TOP" (options) and its building module]. Patent RF, no. 2013139097/03; 2013, 30 p. URL: patents.google.com/patent/RU136458U1/ru (accessed 14/02/22).

11. Sychev S.A. Stroitel'nyy modul' dlya stroitel'stva zdaniy [Building module for building construction]. Patent RF, no. 2016113628; 2017, 11 p. URL:

---



elibrary.ru/download/elibrary\_38270708\_14354379.pdf (accessed 14/02/22).

12. Sychev S.A. Sposob stroitel'stva mnogoetazhnykh zdaniy iz ob"emnykh blokov [Method for the construction of multi-storey buildings from three-dimensional blocks]. Patent RF, no. 2016114357; 2017, 11 p. URL: [patents.google.com/patent/RU2616306C1/ru](https://patents.google.com/patent/RU2616306C1/ru) (accessed 14/02/22).

13. Aloyan R.M., Fedosov S.V., Oparina L.A. Energoeffektivnye zdaniya – sostoyanie, problemy i puti resheniya [Energy efficient buildings - state, problems and solutions]. Ivanovo: PresSto, 2016. 276 p.

14. Sychev S.A. Zhilishchnoe stroitel'stvo [Housing Construction], 2018. №4. pp. 36-40.

15. Omurova A.L., Kozhobaeva S.T., Ordobaev B.S. Nauka i novye tekhnologii. 2012. № 4. pp. 25-30.

16. Bad'in G.M., Sychev S.A., Kazakov Yu.N., Smirnova D.V. Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. 2018. № 4(69). pp. 78-85.

17. Nadstroyka mansardnykh etazhey [Addition of attic floors]. URL: [helpiks.org/7-52978.html](https://helpiks.org/7-52978.html) (accessed 12/02/22).