

Г. Н. РЯЗАНОВА
Е. С. КОЗЛОВА

АНАЛИЗ ТИПОВ НЕСЪЕМНЫХ ОПАЛУБОК ИЗ ДРЕВЕСНО-ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

ANALYSIS OF TYPES OF NON-REMOVABLE FORMWORKS
FROM WOOD-CEMENT COMPOSITIONS

В современном мире монолитное строительство остается одним из самых востребованных вариантов возведения зданий и сооружений. В настоящее время в монолитном строительстве все чаще используется несъемная опалубка – конструкция из блоков, которая заполняется бетоном и при необходимости арматурой. После возведения конструкция не снимается и служит частью готового здания или сооружения. Преимущество такой технологии заключается в объединении различных работ в один производственный процесс. Таким образом, монтаж опалубки, утепление здания, звукоизоляция и подготовка стен к отделке происходит в едином комплексе. В данной статье рассматриваются типы технологий возведения ограждающих конструкций в несъемной опалубке. Проводится анализ, сравнение и дается заключение о наиболее выгодном варианте.

Ключевые слова: монолитное строительство, ограждающие конструкции, опалубка, несъемная опалубка, щепоцементные плиты, VELOX, пенополистирол, цементно-стружечные плиты, тяжелый бетон, полистиролбетон

Монолитное строительство в современном мире с каждым годом становится всё популярнее. Конкуренция на рынке строительства приводит к новым различным вариантам возведения конструкций для обеспечения прочной, быстрой и дешевой технологии строительства. Значительная часть таких инноваций приходит в основном из международных компаний. Современные технологии в России, как правило, применяются на крупных объектах, имеющих социальное значение. А освоение технологий приводит к применению их уже в типовых зданиях. При сравнительной характеристике бетонных стен и стен из кирпича предпочтение отдается монолиту. С учётом одинаковых теплопроводности, изоляционных свойств и устойчивости, монолитная стена тоньше и легче на 15-20 %, что облегчает всю конструкцию. Меньший вес дома предполагает облегчение и удешевление фундамента. При строитель-

In the modern world, monolithic construction remains one of the most popular options for the construction of buildings and structures. Monolithic construction is applied using formwork, which is a classic construction solution. Currently, fixed formwork is increasingly being used – a block structure that is filled with concrete and, if necessary, reinforcement. After erection, the structure is not removed and serves as part of the finished building or structure. The advantage of this technology lies in the combination of various works in one production process. Thus, the installation of formwork, building insulation, sound insulation and preparation of walls for finishing takes place in a single complex. This article discusses the types of technology for the construction of enclosing structures in fixed formwork. An analysis, comparison is carried out and a conclusion is made about the most advantageous option.

Keywords: monolithic construction, enclosing structures, formwork, fixed formwork, chip-cement slabs, VELOX, expanded polystyrene, cement-bonded particle boards, heavy concrete, polystyrene concrete

стве монолитного дома процесс изготовления осуществляется непосредственно на стройплощадке, в результате происходит уменьшение трудозатрат за счет того, что не нужно обрабатывать стены, осуществлять герметизацию и заделку швов после монтажа, как это было бы при сборном строительстве.

По данным исследований за последние пять лет, использование монолитной технологии в строительстве новых жилых комплексов составляет 75-94 %. Кроме того, увеличивается количество коттеджных и дачных поселков, загородных и частных домов. На рис. 1 показан рост монолитного строения с 2009 по 2020 гг. [1].

Основные задачи в проектировании наружного ограждения направлены на поиск наиболее перспективных материалов, позволяющих снизить материалоемкость, стоимость и трудоемкость работ при возведении конструкций.

Выделим важные критерии оценки наружных ограждающих конструкций:

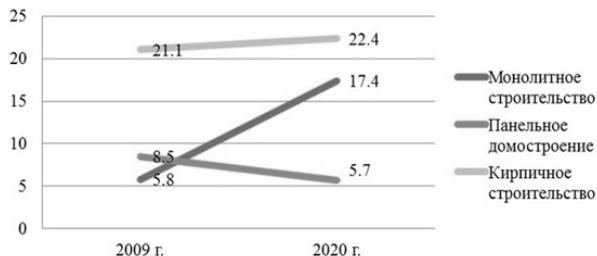


Рис. 1. Структура технологии возведения строительства с 2009 по 2020 гг., млн. м²

- эксплуатационные (конструктивные, теплотехнические, санитарно-гигиенические, эстетические);
- технологические (простота монтажа, снижение трудозатрат, уменьшение сроков строительства, сокращение материалоемкости);
- экономические (снижение стоимости изготовления, возведения, эксплуатации);
- экологические (экологичность материала, конструкции, утилизации);
- требования к безопасности (безопасность при изготовлении, в процессе эксплуатации, обеспечение противопожарных требований) [2].

В данной статье сравниваются два варианта несъемной опалубки. Первый – уже готовая опалубка австрийской компании VELOX, второй – опалубка из цементно-стружечных плит и полистиролбетона.

Австрийская компания VELOX представляет технологию возведения монолитного строительства в несъемной опалубке из щепоцементных плит. Такие плиты производят путем прессования древесной (хвойной) щепы, цемента и минеральных добавок. Технология производства обеспечивает полную переработку сырья и является экологически безопасной. Плиты сохраняют лучшие свойства древесины и при этом отличаются высокой прочностью, обеспечивают хорошую звуко- и теплоизоляцию. За счет минерализации щепы, плиты VELOX защищены от горения, гниения, влаги, сохраняют геометрические размеры и не подвержены процессам старения древесины [3] (рис. 2).

Для улучшения теплотехнических характеристик в несъемной опалубке используется двухслойная плита VELOX WS-135 (рис. 3), она имеет щепоцементный слой толщиной 35 мм и приклеенный на цементном растворе утеплитель (пенополистирол) толщиной 100 мм.

Пенополистирол по теплотехническим свойствам имеет высокие показатели. В качестве сравнения с наиболее применяемыми

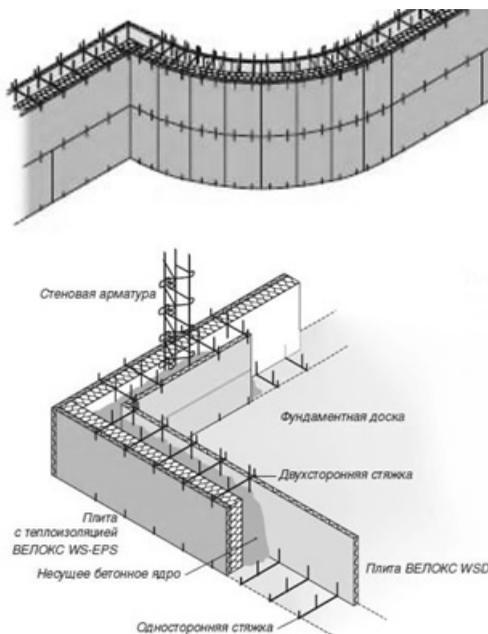


Рис. 2. Несъемная опалубка VELOX [3]

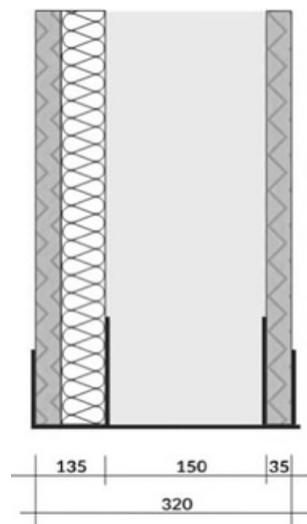


Рис. 3. Разрез конструкции опалубки VELOX UL 32 [3]

в строительстве материалами его можно сопоставить с минеральной ватой (табл. 1).

Пенополистирол – горючий материал, выделяющий при горении токсические продукты. Кроме того, при монтаже и отделке помещения необходимо учитывать ряд специальных мероприятий по обработке поверхностей, обеспечивающих защитные свойства в местах оконных, дверных проемов, электрических сетей, розеток и выключателей (табл. 2).

После монтажа несъемная опалубка VELOX заполняется тяжелым бетоном. Он со-

стоит из трех основных компонентов: вяжущего вещества, крупного и мелкого заполнителей. В качестве вяжущего материала могут быть использованы цементы марок М200-М800. Благодаря заполнителям, например плотного щебня разных фракций, мелкого и среднего песка, и тщательной трамбовке раствора, сразу после укладки достигается высокая плотность тяжелого бетона. Для придания раствору пластичности в него вносят пластификаторы [4]. Обычно для заливки стен используется бетон марок М250-М350. В табл. 3 приведены физико-механические свойства тяжелых бетонов.

Второй вариант для анализа технологии стеновых ограждающих конструкций – цементно-стружечные плиты и заполненный между ними полистиролбетон.

Цементно-стружечная плита (ЦСП) (рис. 4) – это материал, изготовленный путем прессования смеси из цемента, деревянной стружки и химических добавок. Использо-

мым цементом должен быть портландцемент. Состав цементно-стружечных плит представлен на рис. 5. В качестве химических добавок используются: хлорид кальция, «жидкое стек-



Рис. 4. Цементно-стружечные плиты [5]

Таблица 1

Сравнительные показатели теплопроводности

Материал	Полистирол	Минеральная вата	Древесина	Кирпич	Тяжелый бетон
Теплопроводность, Вт/(м·К)	0,037	0,039	0,14	0,56	1,1-1,3

Таблица 2

Физико-механические показатели пенополистирола

Показатель	Значение показателя
Водопоглощение за 24 часа, %, не более	0,4
Предел прочности при изгибе, МПа	0,25
Теплопроводность, Вт/(м·К)	0,037
Морозостойкость, число циклов переменного замораживания и оттаивания	Около 60
Группа горючести	Г-3 (опасные)
Гарантийный срок эксплуатации, лет	Не менее 30 лет
Экологичность	Нет окончательных исследований по безопасности для здоровья

Таблица 3

Основные физико-механические свойства бетона марок М250-М350

Показатель	М250	М350
Прочность на сжатие	В20	В25
Подвижность (текучесть смеси)	П2-П4	П3-П5
Морозостойкость	Класс F75-F100	Класс F200-F300
Водопроницаемость	W2-W6	W8
Плотность	2300 кг/м ³	2400 кг/м ³

до», хлорид или сульфат алюминия. Они применяются для защиты материала от гниения, поражения грибом, уменьшают способность впитывать воду и увеличивают стойкость к мо-

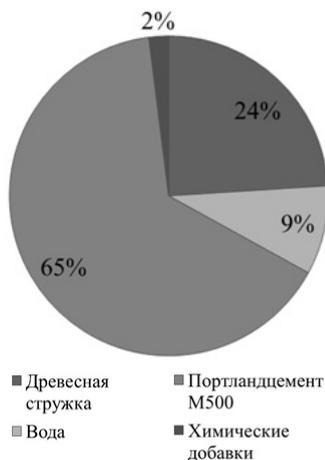


Рис. 5. Содержание компонентов в ЦСП

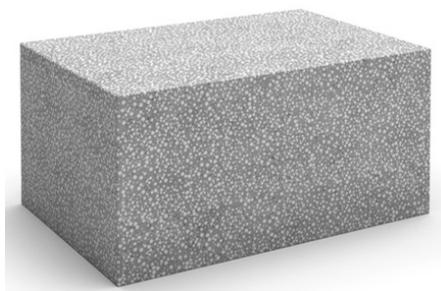


Рис. 6. Полистиролбетон [8]

розу [2]. ЦСП является продуктом российского производства и его стоимость гораздо меньше, чем стоимость несъемной опалубки VELOX. Физико-механические показатели ЦСП представлены в табл. 4.

Листы ЦСП выпускаются двух размеров: при ширине 1250 мм длина может быть 2700 или 3200 мм. При этом толщина плит ЦСП может быть 8, 10, 12, 16, 20, 24, 36 мм. Вес листов ЦСП указан в табл. 5, 6.

Полистиролбетон (рис. 6) является разновидностью легких бетонов и характеризуется наличием в составе следующих компонентов: воды, песка, цемента, специализированных добавок и гранул полистирола, заменяющих крупный наполнитель размером 0,7–5 мм, в зависимости от марки и класса бетона. Наполнитель получают способом однократного или многократного вспенивания суспензионного полистирольного бисера. Воздухововлекающие добавки, такие как СДО (смола древесно-омыленная), предотвращают всплытие гранул, обеспечивая однородность раствора [6]. Полистирол обладает рядом положительных характеристик: низкой влагонепроницаемостью, хорошими показателями по морозостойкости и звукоизоляции, материал устойчив к появлению микроорганизмов, плесени и гнили (табл. 7). Полистиролбетон является негорючим материалом, но высокая температура воздуха может привести гранулы к разрушению и соответственно к потере прочности конструкции [7]. Для стеновых ограждающих конструкций обычно используется марка полистиролбетона D500 (табл. 7).

Таблица 4

Физико-механические показатели ЦСП (ГОСТ 26816-2016 «Плиты цементно-стружечные. Технические условия»)

Показатель	Значение показателя
Плотность, кг/м ³	1100-1400
Влажность, %	6-12
Разбухание по толщине за 24 ч, %, не более	1,5
Водопоглощение за 24 ч, %, не более	16
Предел прочности при изгибе, МПа	7-12
Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты, МПа, не менее	0,35-0,5
Твердость, МПа	45-65
Теплопроводность, Вт/(м·К)	0,26
Морозостойкость, число циклов переменного замораживания и оттаивания	50
Группа горючести	Г-1 (трудногорюемые)
Гарантийный срок эксплуатации, лет	50

Таблица 5

**Вес цементно-стружечных плит
в зависимости от размеров и толщины**

Размеры, мм			Вес одного листа, кг	Объем листа, м ³	Кол-во листов в 1 м ³
длина	ширина	толщина			
2700	1250	8	36,45	0,0270	37,04
		10	45,56	0,0338	29,63
		12	54,69	0,0405	24,69
		16	72,90	0,0540	18,52
		20	91,12	0,0675	14,81
		24	109,32	0,0810	12,53
		36	163,78	0,1215	8,23

Таблица 6

**Вес цементно-стружечных плит
в зависимости от размеров и толщины**

Размеры, мм			Вес одного листа, кг	Объем листа, м ³	Кол-во листов в 1 м ³
длина	ширина	толщина			
3200	1250	8	43,20	0,0320	31,25
		10	54,00	0,0400	25,00
		12	64,80	0,0480	20,83
		16	86,40	0,0640	15,63
		20	108,00	0,0800	12,50
		24	129,60	0,0960	10,42
		36	194,40	0,1440	6,94

Таблица 7

Показатели полистиролбетона D500

Показатель	Значение показателя
Прочность на сжатие	B2, 0-B2, 5
Прочность на растяжение при изгибе, МПа, не менее	0,7
Морозостойкость (долговечность)	Класс F75-F100
Водопоглощение, %	До 8%
Экологичность	Безопасен для здоровья
Теплоизоляция, Вт/м ² С	0,14
Шумоизоляция, дБ	61
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)	0,075
Огнестойкость	Слабогорючий
Долговечность, лет	≈ 100

В табл. 8 показано сравнение вариантов ограждающих конструкций в несъемной опалубке.

Таблица 8

Сравнение вариантов ограждающих систем в несъемной опалубке

Показатель	Несъемная опалубка VELOX	Несъемная опалубка из ЦСП и полистиролбетона
Толщина стены, мм	320	310
Сопrotивление теплопередаче, м ² (°C / Вт)	2,73	2,05
Стоимость на 1 м ² , руб.	2851	1750
Экологичность	Нет окончательных исследований пенополистирола по безопасности о здоровье	Безопасен для здоровья
Огнестойкость	Может выделять токсические вещества	Слабогорючая
Шумоизоляция, дБ	51	61
Долговечность	≈100 лет	≈100 лет

Вывод. Предлагаемая конструктивная система из цементно-стружечных плит и полистиролбетона позволяет снизить стоимость строительства на 30–50 %, производить параллельно различные виды строительных работ после возведения каркаса и сократить сроки строительства на 13–15 %. Одним из преимуществ перед несъемной опалубкой VELOX является показатель по теплотехническим характеристикам с учетом того, что в представленном варианте ограждения отсутствует пенополистирол. Отсутствие пенополистирола сказывается на комфорте и экологической безопасности ограждающих конструкций. Следует отметить малые расхождения в показателях по шумоизоляции и долговечности. Рассматриваемая система несъемной опалубки из ЦСП и полистиролбетона особенно актуальна в современных условиях санкций политики Запада.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Число монолитных домов в России выросло втрое [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2021/05/16/chislo-monolitnyh-domov-v-rossii-vyroslo-vtroe.html> (дата обращения: 02.12.2022).
2. Рязанова Г.Н., Камбург В.Г. Совершенствование технологии возведения ограждающих конструкций в несъемной опалубке: монография. Пенза: ПГУАС, 2010. 168 с.
3. Несъемная опалубка VELOX [Электронный ресурс]. URL: <http://rosstro-velox.ru/> (дата обращения: 20.11.2022).
4. Технические характеристики бетона [Электронный ресурс]. URL: <https://mosbetontorg.ru/informatsiya/tekhnicheskie-kharakteristiki-betona-m350-b25/> (дата обращения: 02.12.2022).

5. Отделочный материал универсального типа – ЦСП плиты: размеры, цены, способы укладки, характеристики [Электронный ресурс]. URL: <https://homius.ru/tssp-plityi-razmeryi-tsenyi.html> (дата обращения: 02.12.2022).

6. Дворкин Л. И., Дворкин О. Л. Специальные бетоны. М.: Инфра-Инженерия, 2012. 368 с.

7. Ограждающие конструкции с использованием бетонов низкой теплопроводности: основы теории, методы расчета и технологическое проектирование / Ю.М. Баженов, Е.А. Король, В.Т. Ерофеев, Е.А. Митина. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. 305 с.

8. Полистиролбетон – характеристики и сфера применения [Электронный ресурс]. URL: <https://kvartirnyj-remont.com/polistirolobeton.html> (дата обращения: 02.12.2022).

REFERENCES

1. *The number of monolithic houses in Russia has tripled.* Available at: <https://rg.ru/2021/05/16/chislo-monolitnyh-domov-v-rossii-vyroslo-vtroe.html> (accessed 2 December 2022).
2. Ryazanova G.N., Kamburg V.G. *Sovershenstvoovanie tehnologii vozvedeniya ograzhdajushih konstrukcij v nes#emnoj opalubke* [Improvement of Construction Technology of Enclosing Structures in Permanent Formwork]. Penza, PGUAS, 2010. 168 p.
3. *Permanent formwork VELOX.* Available at: <http://rosstro-velox.ru/> (accessed 20 November 2022).
4. *Technical characteristics of concrete.* Available at: <https://mosbetontorg.ru/informatsiya/tekhnicheskie-kharakteristiki-betona-m350-b25/> (accessed 2 December 2022).
5. *Finishing material of universal type – DSP plate: dimensions, prices, laying methods, characteristics.* Available

at: <https://homius.ru/tssp-plityi-razmeryi-tsenyi.html> (accessed 2 December 2022).

6. Dvorkin L.I., Dvorkin O.L. *Special'nye betony* [Special concretes]. Moscow, Infra-Engineering, 2012. 368 p.

7. Bazhenov Yu.M., Korol E.A., Erofeev V.T., Mitina E.A. *Ograzhdajushhie konstrukcii s ispol'zovaniem betonov nizkoj teploprovodnosti: osnovy teorii, metody rascheta i tehnologicheskoe proektirovanie* [Enclosing structures using concretes of low thermal conductivity: fundamentals of theory, calculation methods and technological design]. Moscow, Publishing house of the Association of Construction Universities, 2008. 305 p.

8. *Polystyrene Concrete – Characteristics and Scope*. Available at: <https://kvartirnyj-remont.com/polistirolobeton.html> (accessed 2 December 2022).

Об авторах:

РЯЗАНОВА Галина Николаевна

кандидат технических наук,
доцент кафедры технологии
и организации строительного производства
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: ryazanovagn55@mail.ru

RYAZANOVA Galina N.

PhD in Engineering Science, Associate Professor
of the Technology of Construction Organization Chair
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: ryazanovagn55@mail.ru

КОЗЛОВА Елена Сергеевна

инженер факультета промышленного
и гражданского строительства
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: banannnnnnnn@gmail.com

KOZLOVA ELENA S.

Engineer of the Faculty of Industrial
and Civil Engineering
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: banannnnnnnn@gmail.com

Для цитирования: Рязанова Г.Н., Козлова Е.С. Анализ типов несъемных опалубок из древесно-цементных композиций // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 2. С. 103–109. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.02.15.
For citation: Ryazanova G.N., Kozlova E.S. Analysis of Types of Non-Removable Formworks from Wood-Cement Compositions. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2023, vol. 13, no. 2, pp. 103–109. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.02.15.