

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2020, №2, Том 12 / 2020, No 2, Vol 12 <https://esj.today/issue-2-2020.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/51SAVN220.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Чулков В.О., Аманов Р.Р., Бабаева И., Хусен Р., Хилько И.И., Фатихова А.А. Проектирование ограждающих конструкций жилого здания с использованием системы несъемной опалубки как элемент управления жизненным циклом строительного объекта // Вестник Евразийской науки, 2020 №2, <https://esj.today/PDF/51SAVN220.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Chulkov V.O., Amanov R.R., Babayeva I., Husen R., Khilko I.I., Fatihova A.A. (2020). Design of enclosing structures of a residential building using a system of permanent formwork as a control element of the life cycle of a construction object. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 2(12). Available at: <https://esj.today/PDF/51SAVN220.pdf> (in Russian)

УДК 72

Чулков Виталий Олегович

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
Москва, Россия
Профессор
Доктор технических наук
E-mail: vitolch@gmail.com
РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=678864

Аманов Расим Рамизович

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
Москва, Россия
Магистрант
E-mail: amanov.rasim@gmail.com

Бабаева Ирина

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
Москва, Россия
Студент
E-mail: ir71099@mail.ru

Хусен Рами

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
Москва, Россия
Магистрант
E-mail: ramihusen90@gmail.com

Хилько Игорь Игоревич

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
Москва, Россия
Магистрант
E-mail: igor.one777@mail.ru

Фатихова Алина Азатовна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
Москва, Россия
Магистрант
E-mail: fatihova-allina@mail.ru

Проектирование ограждающих конструкций жилого здания с использованием системы несъемной опалубки как элемент управления жизненным циклом строительного объекта

Аннотация. В статье рассмотрено применение систем несъемной опалубки при проектировании наружных ограждающих конструкций, как способ повышения конкурентности подрядной организации на рынке строительного производства. В современной России большая доля заказчиков придерживается выбора подрядчика путем проведения торгов. Такое направление задает государство вводя Федеральный законы 44 и 223 «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг». В условиях аукциона подрядной организации нужно ознакомиться с техническим заданием и найти технологии и способы организации производства работ для снижения издержек и тем самым давая лучшие условия в цене и качестве для заказчика. Расходы на устройство опалубки обычно составляют 1/3 часть от цены бетонных работ. Помимо этого, правильно подобранная опалубка – залог качественного исполнения строительно-монтажных работ. Данное исследование поможет подрядным организациям подходить к вопросу подбора системы опалубки с научной точки зрения и быть уверенными в соблюдении отечественного законодательства. В качестве обоснования выбора системы несъемной опалубки использован метод вариантного проектирования. Суть метода заключается в том, что разрабатывается несколько альтернативных, конкурентно-способных вариантов (моделей) по материальному составу и способу возведения ограждающих конструкций, разработанных с использованием разных инженерных решений. Используя метод сравнительного анализа, производится дальнейшее обоснование лучшего варианта по критерию эффективности (оптимальности). Показателями эффективности будут считаться трудоёмкость, продолжительность выполнения процесса и потребность в трудовых ресурсах. Эффективным вариантом будем считать вариант имеющий наименьшее значение по всем показателям.

Ключевые слова: вариантное проектирование; ограждающие конструкции; системы несъемной опалубки; эффективность; технология и организация строительства; монолитное строительство

Сегодня законодательство Российской Федерации вышло на новый уровень в сфере строительства, мы отходим от конкретизации и четкого регламента, теперь все ранее введённые требования такие как СНиП носят рекомендательный характер. Такая политика дает возможность подрядным организациям проводить гибкую адаптацию проектных решений под конкретные условия технического задания заказчика. Но в условиях рыночной экономики, стоимость строительного производства косвенно оставляет отпечаток на выбор технологии и организации процессов [1]. Каждая строительная организация стремится сократить издержки, оставаясь в передовых позициях рынка строительства, но не всегда это возможно с одновременным сохранением качества выполнения работ и готовой продукции.

Проблемой данного исследования является необходимость снижения издержек с одновременным соблюдением первоначального качества ограждающей конструкции с помощью применения систем несъемной опалубки. Предполагается, что именно применение системы несъемной опалубки позволит решить данную проблему, благодаря следующим показателям эффективности:

1. Трудоёмкости процессов, которые характеризуются затратами труда на его выполнение в единицах измерения человеко-час (чел. час) [2]. В системах несъемной опалубки трудоёмкость значительно меньше, чем при использовании съёмной опалубки, за счет отсутствия необходимости процесса распалубливания, использования тяжелой строительной техники и продуманной системы монтажных работ.

2. Продолжительность выполнения процесса возведения ограждающей конструкции. Если говорить о скорости, то сокращение сроков возведения объектов в монолитном строительстве является сложившейся тенденцией. В свою очередь технологический цикл наращивания сооружения определяет скорость подъема опалубки, а темп задают условия выдерживания бетона, который обычно составляет 3–4 метра в сутки [3]. Более того, в техническом задании заложены издержки на распалубливание конструкции после набора бетоном проектной прочности. В технологии монолитных работ с использованием системы несъемной опалубки данный процесс отсутствует, так как элементы опалубки остаются в толще конструкции и выполняют свою следующую роль утеплителя. Тем самым происходит снижение требуемого времени на производство строительно-монтажных работ.

3. Потребность в трудовых ресурсах. Элементы несъемной опалубки нет необходимости перемещать с использованием тяжелой строительной техники [4]. Монтажники своими силами могут ставить конструкции в проектное положение, что приведет к снижению потребности в трудовых ресурсах.

Для выбора наиболее эффективных вариантов систем опалубливания воспользуемся методом вариантного проектирования. Суть метода заключается в том, что мы разработаем несколько альтернативных, конкурентно-способных вариантов (моделей) по материальному составу и способу возведения ограждающих конструкций, разработанных с использованием разных инженерных решений. Используя метод сравнительного анализа, произведем дальнейшее обоснование лучшего варианта по критерию эффективности (оптимальности).

Показателями эффективности будут считаться трудоёмкость, продолжительность выполнения процесса и потребность в трудовых ресурсах. Эффективным вариантом будем считать вариант имеющий наименьшее значение по всем показателям [5].

Для нашего исследования реализуем 3 модели наружной ограждающей конструкции. Основной сравнительный анализ будет производиться относительно первой модели-эталона, которая представляет собой ограждающую конструкцию, традиционно возведённую с помощью съёмной опалубки. Остальные две модели выполнены с использованием несъемных систем опалубливания. Основным отличием не эталонных моделей является материал, из которого изготовлены элементы несъемной опалубки, и технология производства опалубочных работ. Такой выбор был сделан для того, чтобы исследование было достоверным и позволяло максимально оценить потенциал несъемных опалубок.

Все 3 варианта проектируемых ограждающих конструкций рассмотрим в одинаковом объеме и в одинаковых условиях, т. е. для одной и той же стены жилого здания по улице Рябиновая дом 14 в городе Санкт-Петербург. Готовые конструкции должны отвечать физико-химическим и геометрическим характеристикам [7], заданным в проектной документации, а именно:

1. Сопrotивление теплопередаче ограждающей конструкции должно быть не менее требуемого по СП50.13330 для района строительства¹ (г. Санкт-Петербург).

¹ СП 54.13330.2016 Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003 (с Изменениями N 2, 3).

2. В качестве теплоизоляции допускается использовать элементы несъемной опалубки, такие как плитный пенополистирол, соответствующий требованиям ГОСТ 15878. Допускается после экспериментальной проверки применять другие эффективные жесткие плитные утеплители, имеющие противопожарные и гигиенические документы по оценке соответствия, выданные в порядке, установленном действующим законодательством Российской Федерации².
3. Точность геометрических параметров рассчитывают в соответствии с нормативными документами системы обеспечения точности геометрических параметров в строительстве (см. ГОСТ 21778, ГОСТ 21779, ГОСТ 21780) в зависимости от функциональных допусков, требуемого уровня собираемости конструкций при монтаже и изготовлении, с учетом конструктивных, а также технологических возможностей изготовления и монтажа³.
4. Механическая прочность элементов несъемной опалубки должна быть достаточной для выдерживания давления бетонной смеси при бетонировании и уплотнении.

В случаях, когда характеристики элементов несъемной опалубки включают в расчетное сечение для оценки несущей способности конструкции и здания в целом, изготовитель обязан предоставить данные по нормируемым и расчетным прочностным и деформативным характеристикам элементов опалубки⁴.

Все необходимы расчёты для исследования будем проводить на одну захватку, которая составляет 27 м торцевой стены здания (по оси А) высотой с один этаж.

Первая модель ограждающей конструкции представляет собой классический вариант, в котором монолитные стены возводятся с помощью съёмной опалубки. Состав ограждающей конструкции первой модели представлен в таблице 1 и рисунке 1.

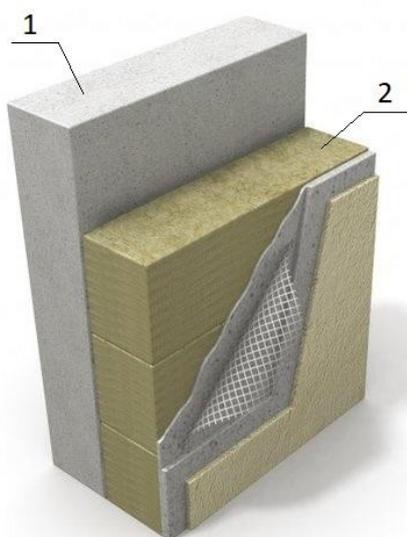


Рисунок 1. Состав ограждающей конструкции №1

(https://resources.mynewsdesk.com/image/upload/t_open_graph_image/rlkko6bg6qxbrcycabza.jpg)

² СП 414.1325800.2018 Несъемная опалубка. Правила проектирования. П. 6.4.

³ СП 414.1325800.2018 Несъемная опалубка. Правила проектирования. П. 7.3.1.6.

⁴ СП 414.1325800.2018 Несъемная опалубка. Правила проектирования. П. 7.3.4.

Таблица 1

Состав ограждающей конструкции №1

№ слоя	Наименование слоев материала конструкции	Толщина слоя, мм	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м ² ·К)
1	Минеральная вата	130	0,044
2	Бетон расчетной прочности	200	2,04
	Итого	330	

Составлено автором

Для устройства монолитных стен применяем комбинированную унифицированную разборно-переставную опалубку фирмы «Pilosis».

Мощная стальная рама опалубки «P300» из коробчатого профиля состоит из каркасных модульных щитов, которые собираются в панели практически любых размеров и конфигураций.

Во второй модели ограждающая конструкция возводится по строительной австрийской системе «Velox» (Велокс). Данная технология предполагает использование несъемной опалубки из щепоцементных плит (см. рисунок 2). Состав ограждающей конструкции второй модели представлен в таблице 2.

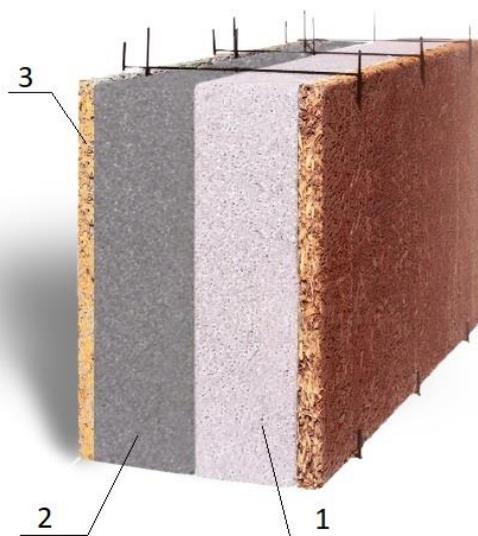


Рисунок 2. Состав ограждающей конструкции №2 (<http://domecodom.ru/doc/2.jpg>)

Таблица 2

Состав ограждающей конструкции №2

№ слоя	Наименование слоев материала конструкции	Толщина слоя, мм	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м ² ·К)
1	Плита VELOX WS EPS 135	135	0,05
2	Бетон расчетной прочности	200	2,04
3	Плита VELOX WS 35	35	0,11
	Итого	370	

Составлено автором

Преимущества технологии «Velox»⁵:

⁵ Щепоцементная плита VELOX [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.rossstro-velox.ru/technology/> свободный (дата обращения: 27.01.2020).

- Небольшой вес возводимых стен (до 375 кг на квадратный метр), что разгружает фундамент.
- Возможность применения вибро- и пневмоусадки бетона и механизации процесса строительства.
- Высокая адгезия к жидким растворам и смесям, которые используются в дальнейшей отделке.
- Получение прочной внутренней стены пригодной для фиксации внутренних конструкций.
- Возможность возведения не только стен, но и перекрытий, напольных плит.
- Простота обработки и вырезания элементов для любых узлов опалубки.
- Высокие теплоизоляционные свойства ($0,16-0,44 \text{ Вт/м}^2\text{К}$) – средняя температура поверхности внутренних стен зимой составляет $+19$ градусов.
- Хорошая паропроницаемость, что позволяет сместить точку росы на $+11,5$ градусов, что соответствует внешнему слою пенополистирола.
- Отсутствие вредных выделений внутрь помещений.
- Достаточная звукоизоляция (49–52 Дб);
- Отличная степень огнестойкости Г1, А1, С1.

В качестве последней модели рассмотрим ограждающую конструкцию по системе ТеРем. В данном варианте возведение наружных стен производится с помощью несъемной опалубки, в которой с наружной грани стены опалубочные элементы состоят из плит экструдированного пеноплекса, а с внутренней стороны стены плиты из пеностекла толщиной 60 мм [6] (см. рисунок 3). Состав ограждающей конструкции третьей модели представлен в таблице 3.

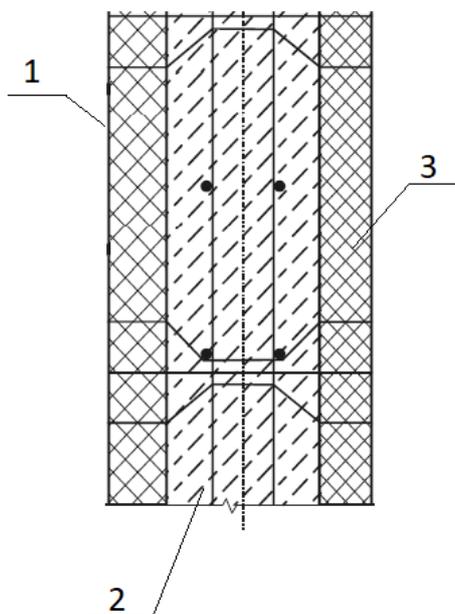


Рисунок 3. Состав ограждающей конструкции №3 (разработано автором)

Таблица 3

Состав ограждающей конструкции №3

№ слоя	Наименование слоев материала конструкции	Толщина слоя, мм	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м ² ·К)
1	Пеноплекс экструдированный	80	0,032
2	Бетон расчетной прочности	160	2,04
3	Пеностекло	60	0,08
	Итого	300	

Составлено автором

Плюсы применения системы «ТеРем»⁶ следующие:

- У плит этого продукта средние габариты – длина 1,2 метра и высота 0,4 метра, но благодаря возможности монтажа в два яруса соблюдается высокая скорость возведения монолитных бетонных сооружений.
- Пеностекло имеет большой срок службы, и система «ТеРем» не ограничена областью применения.
- В помещениях достигается высокая защищённость от потерь тепла и шумозащищённость, которую можно ещё более увеличить за счёт применения слоя пенополистирола извне.
- Качественно выполненную опалубку допустимо не отделявать. В особенности это касается внешней части здания.
- Небольшой вес, фирменные двусторонние стяжки из полипропилена ускоряют процесс монтажа опалубки и позволяют обойтись без применения спецтехники при малоэтажном строительстве.
- Пеностекло не образует ядовитых выделений, не горит, а для его производства не нужно уничтожать деревья.

Отделочными слоями, которые располагаются на внешней и внутренней поверхностях ограждающих конструкций, можем пренебречь в виду их малого влияния на обоснование выбора системы несъемной опалубки. Но стоит отметить, что поверхность несъемной опалубки является идеально ровной и готовой под отделку любыми материалами, в итоге дает возможность независимого выбора отделочных слоев [8].

Последовательность выполнения и структура научного исследования выражена вектором логистики научного исследования (рис. 4) [9].

Следуя направлению вектора логистики, была проведена следующая работа:

1. Исходя из анализа рынка систем несъемных опалубок были спроектированные конкурентные модели ограждающих конструкций, которые отвечают основным заявленным требованиям.
2. Рассчитаны показатели трудоёмкости и продолжительности работ для производства работ на одной захватке, принятой нами в объеме одной стены здания длиной 27 метров и высотой с один этаж.
3. Разработан график производства работ на этап возведения принятой захватки [10].

⁶ Несъемная теплоизоляционная опалубка системы «ТеРем» [Электронный ресурс] статья / – режим доступа: <https://allbeton.ru/article/171.html> свободный (дата обращения: 27.01.2020).

4. Составлен график движения рабочей силы.

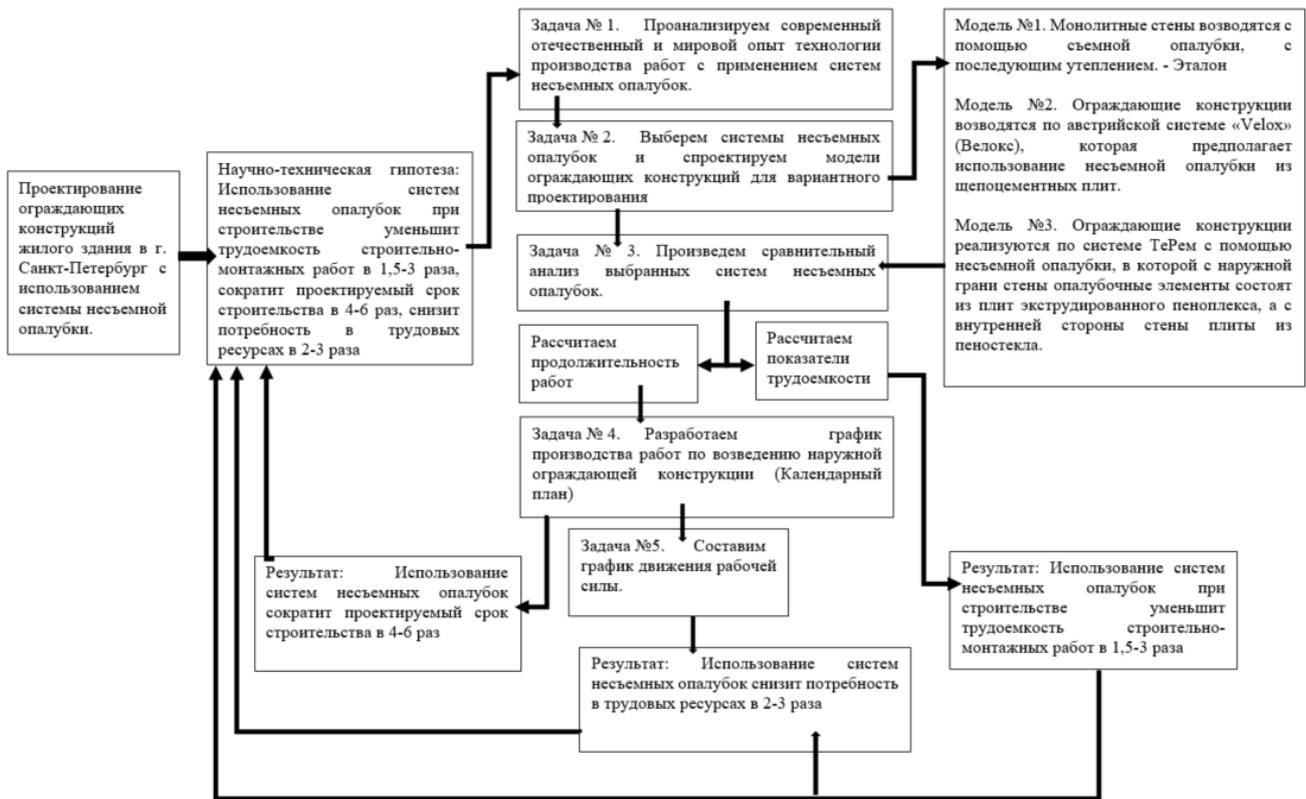


Рисунок 4. Вектор логистики научного исследования (разработано автором)

По итогам расчета показатели эффективности были следующие:

- для эталонной модели трудоемкость составила 157,28 чел. ч., продолжительность 102 часов, число рабочих 20 человек;
- для первой модели трудоемкость составила 57,3 чел. ч., продолжительность 18 часов, число рабочих 10 человек;
- для третьей модели трудоемкость составила 56,22 чел. ч., продолжительность 22,9 ч., число рабочих 8 человек.

Выдвинутая научно-техническая гипотеза подтверждена и как следствие было сформировано научно-техническое утверждение: использование систем несъемных опалубок при строительстве уменьшит трудоемкость строительно-монтажных работ в 1,5–3 раза, сократит проектируемый срок строительства в 4–6 раз, снизит потребность в трудовых ресурсах в 2–3 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экономика строительства учебник / под общей ред. И.С. Степанова. – 3-е изд., доп. и перераб. М.: Юрайт-Издат, 2007. 620 с. Стр. 172–203.
2. Лебедев В.М. Основы производства в строительстве: Учебное пособие / В.М. Лебедев. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2006. – 200 с.
3. Комаров И.К. Совершенствование строительного производства. – М.: Стройиздат, 1979. – 208 с.
4. Анпилов С.М. Опалубочные системы для монолитного строительства. М.: АСВ, 2005 – 280 с.
5. Дунаевская Ю.П. Анализ современных методов организации работ при малоэтажном строительстве // Молодой ученый. – 2016. – №6. – С. 94–97. – URL <https://moluch.ru/archive/110/26741/> (дата обращения: 28.01.2020).
6. Современные технологии строительства и реконструкции зданий / Г.М. Бадьин, С.А. Сычев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 288 с.: ил. – (Строительство и архитектура) ISBN 978-5-9775-0856-8.
7. Гроздов В.Т. Техническое обследование строительных конструкций зданий и сооружений. СПб, – Издательский Дом KN+, 2001. – 140 с.
8. Демьянов А.А. Типовая технологическая карта. Возведения стен из монолитного железобетона с использованием несъемной опалубки // ЗАО "Кодекс" – Санкт-Петербург, 2011.
9. Чулков В.О. Формирование представления о содержании выпускной квалификационной работы магистра и выборе темы научного исследования. Часть первая – [Электронный ресурс] статья / – режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32641236> ограниченный (дата обращения: 27.01.2020).
10. Ширшиков Б.Ф. Организация, управление и планирование в строительстве. – М.: Изд-во АСВ, 2012. – 532 с.

Chulkov Vitali Olegovich

National research Moscow state building university, Moscow, Russia
E-mail: vitolch@gmail.com

Amanov Rasim Ramizovich

National research Moscow state building university, Moscow, Russia
E-mail: amanov.rasim@gmail.com

Babayeva Irina

National research Moscow state building university, Moscow, Russia
E-mail: ir71099@mail.ru

Husen Rami

National research Moscow state building university, Moscow, Russia
E-mail: ramihusen90@gmail.com

Khilko Igor Igorevich

National research Moscow state building university, Moscow, Russia
E-mail: igor.one777@mail.ru

Fatihova Alina Azatovna

National research Moscow state building university, Moscow, Russia
E-mail: fatihova-allina@mail.ru

Design of enclosing structures of a residential building using a system of permanent formwork as a control element of the life cycle of a construction object

Abstract. The article discusses the use of fixed formwork systems in the design of external enclosure structures as a way to increase the competitiveness of a contractor in the construction market. In modern Russia, a large proportion of customers adhere to the choice of contractor through tendering. This direction is set by the state by introducing Federal Laws 44 and 223 "On the Contract System in the Sphere of Procurement of Goods, Works, and Services". Under conditions of the auction, the contracting organization needs to familiarize itself with the terms of reference and find technologies and ways of organizing the production of works to reduce costs and thereby provide better conditions in price and quality for the customer. Expenses on making formwork are usually 1/3 of the price of concrete work. In addition, properly selected formwork is the key to high-quality execution of construction and installation works. This study will help the contracting organization approach the issue of selecting a formwork system from scientific point of view and be confident in compliance with domestic legislation. As a justification for choosing a fixed formwork system, the variant design method is used. The essence of the method lies in the fact that several alternative, competitive options (models) are being developed in terms of the material composition and method of erecting enclosure structures developed using different engineering solutions. Using the method of comparative analysis, further substantiation of the best option is made according to the criterion of efficiency (optimality). Indicators of efficiency will be considered the complexity, duration of the process and the need for labor. An effective option will be considered the option that has the least value for all indicators.

Keywords: variant design; enclosing structures; permanent formwork systems; efficiency; technology and organization of construction; monolithic construction