Сравнительный анализ эффективности применения сборного и монолитного железобетона в современном строительстве

Эседуллаев Рубен Магомедгусейнович
аспирант, Юго-Западный государственный университет, suiti46@mail.ru

Проведён сравнительный анализ применения сборных, монолитных и сборно-монолитных железобетонных систем в современном гражданском строительстве. Показано, что монолитный железобетон обеспечивает наибольшую свободу планировочных и архитектурных решений, однако требует значительного объёма работ на площадке и сильнее зависит от качества опалубки, бетонирования и ухода за бетоном. Сборный железобетон позволяет ускорить монтаж и перенести основную часть контроля на завод, но предъявляет повышенные требования к транспортированию, крановому оборудованию и точности стыков. Сборно-монолитные системы занимают промежуточное положение и во многих повторяющихся многоэтажных объектах позволяют совместить скорость монтажа с пространственной жёсткостью монолитных соединений. Сделан вывод о том, что универсально лучшей технологии не существует, выбор должен выполняться с учётом характеристик объекта, производственной базы региона и условий строительной площадки.
Ключевые слова: сборный железобетон, монолитный железобетон, сборно-монолитный каркас, эффективность строительства, трудоёмкость, продолжительность строительства.

Введение

Железобетон остаётся одним из основных материалов гражданского и промышленного строительства. Его применение связано с высокой несущей способностью, долговечностью, огнестойкостью и возможностью создавать здания различного назначения. При этом одинаковый материал может использоваться поразному [3].

В последние десятилетия монолитное строительство получило широкое распространение благодаря гибкости планировок и возможности возводить здания сложной формы. Для застройщика важно, что расположение колонн, стен и проёмов может изменяться в достаточно широких пределах [7, 17].

Сборное строительство решает часть перечисленных проблем за счёт индустриального изготовления конструкций. На предприятии проще поддерживать постоянный состав бетона, использовать стационарные формы, организовать тепловлажностную обработку и выполнять контроль геометрии [2].

На этом фоне особое значение приобретают сборно-монолитные системы. В них часть операций переносится на завод, а пространственная работа здания обеспечивается монолитными участками, шпонками, выпусками арматуры и замоноличенными узлами. В публикациях рассматриваются различные каркасные схемы, несъёмная железобетонная опалубка и узловые соединения [1, 9–11].

Актуальность исследования определяется необходимостью выбирать технологию по совокупности условий. Быстрое решение может оказаться дорогим из-за доставки и аренды крана. Дешёвая по смете монолитная схема может потерять преимущество при зимнем бетонировании или недостатке рабочих.

Целью исследования является сравнительная оценка эффективности применения сборного и монолитного железобетона в современном строительстве с выделением области рационального использования сборно-монолитных решений. Для достижения цели рассмотрены показатели технологичности, продолжительности, трудоёмкости, стоимости, материалоёмкости, качества, надёжности, климатической зависимости и логистики.

Основная часть

В сборной системе колонны, ригели, стены, лестничные элементы и плиты перекрытий поступают на строительную площадку в готовом виде. Это сокращает объём мокрых процессов и позволяет быстро формировать этажи. Работы легче разбить на повторяющиеся монтажные циклы.

Монолитная система формируется непосредственно на объекте. Сначала устанавливается опалубка, затем монтируется арматура, укладывается бетонная смесь и выполняется уход за бетоном. После достижения требуемой прочности опалубка снимается или переставляется на следующий участок [7].

Сборно-монолитная система объединяет два подхода. Сборные элементы могут выполнять роль несущей части, несъёмной опалубки или основы для последующего бетонирования. Монолитные участки обеспечивают объединение отдельных деталей в единую систему [8, 9].

Сравнение технологических цепочек приведено на рисунке 1. В сборном варианте большая часть длительных операций выполняется до поступления элемента на объект. В монолитном варианте весь цикл проходит на площадке.

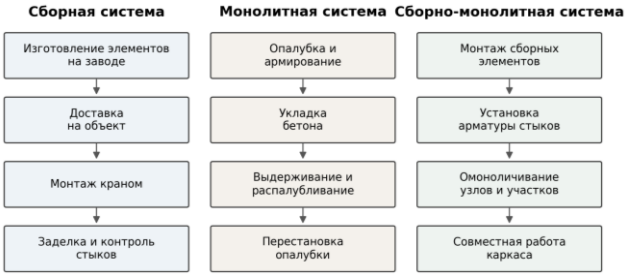


Рисунок 1. Укрупнённые технологические цепочки возведения железобетонных систем

В сборном строительстве значительная часть операций переносится на завод, тогда как в монолитном варианте основной цикл выполняется непосредственно на площадке. Сборно-монолитная технология сокращает объём площадочных процессов, но сохраняет необходимость качественного омоноличивания соединений.

Ни одна из систем не имеет абсолютного преимущества по всем критериям. Сборный вариант наиболее эффективен при серийности, монолитный при сложной геометрии, а сборно-монолитный позволяет получить промежуточное сочетание гибкости и скорости.

Наиболее наглядные количественные результаты приведены в исследовании технологичности железобетонных каркасов многоэтажных зданий [4]. Для одного расчётного объекта были сопоставлены монолитная схема с переставной опалубкой, сборный каркас, сборно-монолитный безригельный каркас и технология подъёма перекрытий.

Таблица 1
Качественное сравнение железобетонных систем

Критерий	Сборный железобетон	Монолитный железобетон	Сборно-монолитная система
Архитектурная гибкость	Ограничена типовыми элементами	Высокая	Средняя
Скорость монтажа	Высокая	Зависит от набора прочности бетона	Высокая
Работы на площадке	Небольшой объём	Большой объём	Средний объём
Контроль качества	В основном на заводе	На стройплощадке	На заводе и объекте
Зависимость от погоды	Низкая	Высокая	Средняя
Логистика	Перевозка готовых элементов	Бетон, арматура, опалубка	Элементы и бетон
Стыки	Требуют точного монтажа	Стыков меньше	Важна заделка узлов
Повторяемость	Желательна	Не обязательна	Желательна

По данным указанного сравнения, монолитный вариант имел трудоёмкость 1,31 чел.-дн./м³ и темп возведения 30 дней. Для сборного каркаса получено 0,18 чел.-дн./м³ и 21 день. Для сборно-монолитного универсального безригельного каркаса указано 0,08 чел.-дн./м³ и 12 дней.

Уровень механизации в рассмотренном примере возрастал от 3,63 % для монолитного варианта до 18,64 % для сборно-монолитного безригельного каркаса и 40,05 % для метода подъёма перекрытий [4]. Это отражает общую закономерность, чем больше операций выполняется готовыми крупными элементами, тем меньше доля ручного труда на единицу объёма.

Для монолитного строительства сокращение срока возможно при использовании крупнощитовой или тоннельной опалубки, раннем наборе прочности, параллельном армировании захваток и чётком ритме поставок бетонной смеси. Подчёркивается значение правильного выбора опалубочной системы и поточной организации работ [16].

Сборные и сборно-монолитные системы особенно эффективны при повторяющихся этажах и стабильной сетке колонн. В этом случае завод выпускает ограниченную номенклатуру изделий, транспорт работает по постоянному маршруту, а монтажная бригада повторяет одинаковые операции.

Особое значение имеет подготовительный период. Монтаж готовых изделий может начинаться быстро только после разработки рабочей документации, изготовления форм, выпуска первой партии и проверки опытных элементов.

Таблица 2
Показатели технологичности для сопоставленного расчётного объекта по данным [4]

Технология	Трудоёмкость, чел.-дн./м³	Производительность, м³/чел.-дн.	Уровень механизации, %	Темп, дней
Монолитный каркас в переставной опалубке	1,31	0,76	3,63	30
Сборный каркас	0,18	5,58	16,94	21
Сборно-монолитный безригельный каркас	0,08	12,97	18,64	12
Подъём перекрытий с поэтажными колоннами	0,04	27,76	40,05	8

В рассмотренном расчётном примере индустриальные технологии обеспечили заметное снижение трудоёмкости и продолжительности работ по сравнению с монолитным каркасом. Наиболее высокие показатели производительности и механизации получены при подъёме перекрытий, однако применение этой технологии зависит от конструктивной схемы здания.

В одном из исследований сборно-монолитный каркас оказался дешевле монолитного примерно на 29 % [5]. На итоговую стоимость также влияют масса каркаса, расход арматуры, серийность производства и расстояние до завода. Чем больше одинаковых элементов и ближе производство, тем выгоднее сборный вариант. При сравнении стоит учитывать не только строительство, но и дальнейшие расходы на отделку, ремонт и эксплуатацию.

Таблица 3
Результаты проектного сравнения девятиэтажной секции по данным [5]

Показатель	Монолитный вариант	Сборно-монолитный вариант	Изменение
Стоимость несущей системы	941 370	665 140,5	–29,3 %
Трудоёмкость каркаса, чел.-ч	5832	2890	–50,4 %
Продолжительность каркаса, мес.	4	3	–25 % по времени
Стоимость фундаментов	136 875	102 780	–24,9 %
Удельная стоимость несущей системы	250,1	176,8	–29,3 %

Для рассмотренной девятиэтажной секции переход к сборно-монолитному решению позволил уменьшить стоимость, трудоёмкость и продолжительность возведения каркаса. Полученный эффект относится к конкретному проекту и должен подтверждаться отдельным расчётом для каждого объекта.

Таблица 4
Отдельные показатели каркасных систем в расчётной базе исследования [1]

Вариант каркаса	Производственные затраты, тыс. руб./1000 м³	Трудоёмкость, чел.-ч/1000 м³	Кран, маш.-ч	Бетононасос, маш.-ч
RECON с несъёмной опалубкой	523,51	1481,98	73,91	7,06
RECON со сборным перекрытием	464,03	1681,09	72,17	0
ARCOS со сборными колоннами	410,59	1487,46	58,73	2,32
ARCOS с комбинированными колоннами	395,26	1431,94	55,42	3,22
ARCOS с монолитными колоннами	378,41	1370,93	51,82	4,20
Безригельная сборно-монолитная схема	383,60	1389,57	8,15	15,82
Монолитный рамный каркас	512,36	1856,00	43,96	13,37
Монолитный безригельный каркас	495,84	1793,49	0,30	25,34

Сборно-монолитные варианты в целом характеризуются меньшей трудоёмкостью, однако различаются по потребности в кранах и бетононасосах. Поэтому экономичность системы определяется не только стоимостью конструкций, но и составом используемых машин и организацией строительного потока.

Качество сборного элемента формируется в контролируемых заводских условиях. Постоянная оснастка позволяет выдерживать размеры и защитный слой, а лабораторный контроль проверять бетон и арматуру. В работе 2023 г. по результатам лабораторных испытаний оценивались прочность, жёсткость, трещиностойкость, прогибы и деформации сборных конструкций [14].

Для монолитных конструкций контроль переносится на строительную площадку. Требуется проверять положение арматуры, жёсткость и герметичность опалубки, удобоукладываемость смеси, качество вибрирования, высоту свободного падения, устройство рабочих швов и режим ухода.

В сборно-монолитной системе наиболее ответственными участками являются соединения. До омоноличивания отдельные элементы работают по монтажной схеме, которая может отличаться от окончательной. После набора прочности узел должен передавать усилия между колоннами, ригелями и перекрытиями [6].

Надёжность монолитного здания в период строительства также требует отдельной оценки [12]. До достижения проектной прочности бетон и временные опоры воспринимают нагрузки от рабочих, складируемых материалов, оборудования и бетонирования верхних этажей.

Принципиальная схема сборно-монолитного каркаса показана на рисунке 2. Она является обобщённой и не заменяет рабочий чертёж. На схеме выделены сборные колонны, ригели и плиты, а также монолитные зоны сопряжения. Именно в этих зонах обеспечивается передача усилий и совместная пространственная работа элементов.

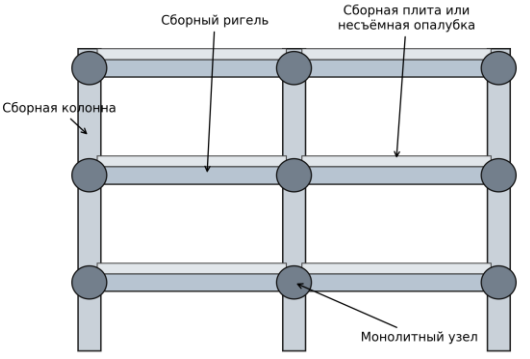


Рисунок 2. Обобщённая конструктивная схема сборно-монолитного каркаса

Пространственная работа сборно-монолитного каркаса обеспечивается совместным включением сборных элементов и монолитных участков. Наиболее ответственными зонами являются стыки колонн, ригелей и перекрытий, поэтому их устройство и временное закрепление требуют усиленного контроля.

Монолитный железобетон целесообразен при сложной форме, нестандартной сетке колонн, изменяемых планировках и необходимости формировать непрерывные стены или ядра жёсткости. Он удобен при отсутствии завода сборных конструкций в экономически оправданном радиусе.

Сборно-монолитная система может рассматриваться как рациональный вариант для многоэтажных зданий с повторяющимися этажами, когда требуется сократить труд на площадке, но сохранить пространственную жёсткость и определённую свободу планировки. Преимущество усиливается при использовании типовых колонн, ригелей или плит и ограниченного количества монолитных узлов.

При выборе следует проверять не только окончательную конструктивную схему, но и монтажные состояния. Должны быть определены временные опоры, порядок заделки стыков, прочность бетона перед снятием стоек, допустимое складирование материалов и момент передачи нагрузки на нижележащие этажи [11, 12, 19].

В таблице 6 приведены укрупнённые рекомендации. Они не заменяют проектного сравнения, но позволяют определить начальное направление. При высокой неопределённости целесообразно рассматривать два или три варианта на стадии концепции, а затем сравнивать их на одинаковой сетке нагрузок, площади и уровне готовности.

Таблица 5
Укрупнённые рекомендации по выбору железобетонной системы

Условия проекта	Предпочтительное направление	Основное обоснование	Что требуется проверить
Повторяющиеся этажи, завод расположен рядом	Сборная или сборно-монолитная система	Серийность, скорость, перенос труда на завод	Краны, транспорт, допуски и стыки
Сложная архитектура и частые изменения планировки	Монолитная система	Высокая свобода формы и расположения элементов	Опалубку, труд, сроки набора прочности
Ограниченный срок при стабильной сетке колонн	Сборно-монолитная система	Совмещение быстрого монтажа и монолитных связей	Ритм поставок и омоноличивание узлов
Стеснённая городская площадка	Монолитная либо поставка сборных элементов «с колёс»	Снижение потребности в складе	График транспорта и резерв на задержки
Длительный зимний период	Сборная или сборно-монолитная с малым объёмом мокрых процессов	Снижение объёма зимнего бетонирования	Температуру стыков, безопасность монтажа
Слабые грунты и чувствительность к массе	Облегчённая сборно-монолитная система	Снижение массы перекрытий и фундаментов	Жёсткость диска, стыки, особые воздействия

Предварительный выбор системы должен учитывать повторяемость здания, климат, логистику, ограничения площадки и характеристики грунтов. Приведённые рекомендации позволяют сузить число вариантов, но окончательное решение должно приниматься после технико-экономического и конструктивного расчёта.

Заключение

Проведённый анализ показал, что эффективность железобетонной системы определяется не только конструктивным материалом, но и местом выполнения основных операций. Сборный железобетон переносит изготовление на завод и сокращает объём работ на площадке.

По показателям скорости и трудоёмкости сборные и сборно-монолитные системы часто имеют преимущество при повторяемой геометрии и устойчивой производственной цепочке. В рассмотренных публикациях приводятся примеры снижения трудозатрат, продолжительности и стоимости несущей системы.

Монолитное строительство сохраняет ведущую роль для сложных, уникальных и изменяемых объектов. Его результат зависит от организации опалубочных и арматурных работ, качества бетонной смеси, ухода за бетоном и контроля монтажных нагрузок. В зимнее время требуется дополнительное технологическое обеспечение.

Сборно-монолитная система может быть рекомендована как одно из основных направлений применения сборного железобетона в условиях широкого распространения монолитного строительства. Наиболее рациональной областью являются многоэтажные здания с повторяющимися этажами, где заводские элементы позволяют ускорить процесс, а монолитные узлы обеспечивают совместную работу каркаса.

Таким образом, переход к монолитному строительству не означает полного отказа от сборного железобетона. Более обоснованным является совместное применение технологий.

Литература

1. Стрелкова М. Д., Стрелец К. И., Величкин В. З., Петроченко М. В. Эффективность применения сборно-монолитных каркасных систем в гражданском строительстве [Электронный ресурс] // Вестник МГСУ. — 2021. — Т. 16, № 11. — С. 1493–1507. — DOI: 10.22227/1997-0935.2021.11.1493-1507. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-primeneniya-sborno-monolitnyhkarkasnyh-sistem-v-grazhdanskom-stroitelstve
2. Лысова Ю. Д., Фомин Н. И., Байбурин А. Х. Сравнительный анализ конструктивно-технологических параметров зарубежных сборно-монолитных систем гражданских зданий. Часть I [Электронный ресурс] // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». — 2022. — Т. 22, № 2. — С. 61–67. — DOI: 10.14529/build220208. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-konstruktivno-tehnologicheskih-parametrov-zarubezhnyh-sborno-monolitnyh-sistem-grazhdanskih-zdaniy-chast-i
3. Лысова Ю. Д., Фомин Н. И., Байбурин А. Х. Сравнительный анализ конструктивно-технологических параметров зарубежных сборно-монолитных систем гражданских зданий. Часть II [Электронный ресурс] // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». — 2022. — Т. 22, № 3. — С. 53–60. — DOI: 10.14529/build220306. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-konstruktivno-tehnologicheskih-parametrov-zarubezhnyh-sborno-monolitnyh-sistem-grazhdanskih-zdaniy-chast-ii
4. Лялин Д. А., Пугач Е. М. Технологичность возведения железобетонных каркасов многоэтажных зданий [Электронный ресурс] // Вестник Евразийской науки. — 2022. — Т. 14, № 2. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologichnost-vozvedeniya-zhelezobetonnyh-karkasov-mnogoetazhnyh-zdaniy
5. Лыскова А. В., Самотканова Е. Д. Анализ возможности замены монолитного каркаса на сборно-монолитный каркас при строительстве жилого многоэтажного дома [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. — 2022. — № 10. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vozmozhnosti-zameny-monolitnogo-karkasa-na-sborno-monolitnyy-karkas-pri-stroitelstve-zhilogo-mnogoetazhnogo-doma
6. Луценко А. И., Арискин М. В. Исследование работы узлового сопряжения ригелей и колонн в сборно-монолитном железобетонном каркасе с применением системы автоматизированного проектирования [Электронный ресурс] // Современное строительство и архитектура. — 2022. — № 7 (31). — С. 8–25. — DOI: 10.18454/mca.2022.28.8.002. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-raboty-uzlovogo-sopryazheniya-rigeley-i-kolonn-v-sborno-monolitnom-zhelezobetonnom-karkase-s-primeneniem-sistemy
7. Канаков И. Д., Новиков М. Ю., Кислякова Ю. Г. Анализ монолитных железобетонных конструкций в гражданском строительстве: преимущества, актуальные проблемы и возможные пути их решения [Электронный ресурс] // CyberLeninka. — 2022. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-monolitnyh-zhelezobetonnyh-konstruktsiy-v-grazhdanskom-stroitelstve-preimuschestva-aktualnye-problemy-i-vozmozhnye-puti-ih
8. Терентьев А. В., Терехова О. П. Особенности технологий сборно-монолитного каркасного строительства объектов [Электронный ресурс] // Вестник науки. — 2023. — Т. 2, № 5 (62). — С. 541–551. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-tehnologiy-sborno-monolitnogo-karkasnogo-stroitelstva-obektov
9. Косарев В. Н. Особенности технологии сборно-монолитного многоэтажного домостроения [Электронный ресурс] // Современное строительство и архитектура. — 2023. — № 4 (35). — С. 8–17. — DOI: 10.18454/mca.2023.35.4.002. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-tehnologii-sborno-monolitnogo-mnogoetazhnogo-domostroeniya
10. Колмакова Ю. Д., Фомин Н. И. Новые конструктивно-технологические решения для повышения технологической живучести сборно-монолитных систем гражданских зданий [Электронный ресурс] // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. — 2023. — № 2 (57). — С. 88–93. — DOI: 10.25628/UNIIP.2023.57.2.015. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/novye-konstruktivno-tehnologicheskie-resheniya-dlya-povysheniya-tehnologicheskoy-zhivuchesti-sborno-monolitnyh-sistem-grazhdanskih
11. Миронова Ю. В., Сулейманов А. М. Конструктивное решение стыка колонн с перекрытием в сборно-монолитном каркасе для повышения сопротивляемости прогрессирующему разрушению [Электронный ресурс] // Известия КГАСУ. — 2023. — № 3. — С. 135–144. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/konstruktivnoe-reshenie-styka-kolonn-s-perekrytiem-v-sborno-monolitnom-karkase-dlya-povysheniya-soprotivlyaemosti
12. Комаров А. К. Надёжность многоэтажных зданий с несущими конструкциями из монолитного железобетона в период строительства [Электронный ресурс] // CyberLeninka. — 2023. — С. 483–491. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/nadezhnost-mnogoetazhnyh-zdaniy-s-nesuschimi-konstruktsiyami-iz-monolitnogo-zhelezobetona-v-period-stroitelstva
13. Хафизов Т. М., Байбурин А. Х., Денисов С. Е., Овчинников А. Д. Способ совмещённого строительства зданий и сооружений посредством опускающегося бетона [Электронный ресурс] // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». — 2023. — Т. 23, № 1. — С. 37–47. — DOI: 10.14529/build230105. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sposob-sovmeschennogo-stroitelstva-zdaniy-i-sooruzheniy-posredstvom-opuskayuschegosya-betona
14. Кудрявцев М. В., Шевчук А. С. Оценка прочности, жёсткости и трещиностойкости сборных железобетонных конструкций по результатам лабораторных испытаний [Электронный ресурс] // CyberLeninka. — 2023. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-prochnosti-zhestkosti-i-treschinostoykosti-sbornyh-zhelezobetonnyh-konstruktsiy-po-rezultatam-laboratornyh-ispytaniy

15. Хафизов Т. М., Байбурин А. Х., Денисов С. Е. и др. Технология возведения многоэтажного сборно-монолитного здания в несъёмной железобетонной опалубке в зимнее время [Электронный ресурс] // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». — 2024. — Т. 24, № 2. — С. 42–47. — DOI: 10.14529/build240206. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-vozvedeniya-mnogoetazhnogo-sborno-monolitnogo-zdaniya-v-nesyomnoy-zhelezobetonnoy-opalubke-v-zimnee-vremya
16. Канаков И. Д. Анализ технологий каркасно-монолитного жилищного строительства в Российской Федерации: правила проектирования, особенности [Электронный ресурс] // CyberLeninka. — 2024. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-tehnologiy-karkasno-monolitnogo-zhilischnogo-stroitelstva-v-rossiyskoy-federatsii-pravila-proektirovaniya-osobennosti
17. Перунов А. С. Характерные дефекты монолитных конструкций при нарушении технологии работ в зимнее время [Электронный ресурс] // CyberLeninka. — 2024. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/harakternye-defekty-monolitnyh-konstruktsiy-pri-narushenii-tehnologii-rabot-v-zimnee-vremya
18. Линьков И. Е. Технико-экономический анализ различных конструктивных систем, применяемых в жилищном строительстве [Электронный ресурс] // CyberLeninka. — 2025. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehniko-ekonomicheskiy-analiz-razlichnyh-konstruktivnyh-sistem-primenyaemyh-v-zhilischnom-stroitelstve
19. Колчунов В. И., Савин С. Ю., Кайдас П. А. Деформирование железобетонных сборно-монолитных элементов рамных каркасов в особой расчётной ситуации [Электронный ресурс] // Известия КГАСУ. — 2025. — № 2 (72). — С. 65–76. — DOI: 10.48612/NewsKSUAE/72.6. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/deformirovanie-zhelezobetonnyh-sborno-monolitnyh-elementov-ramnyh-karkasov-v-osoboy-raschetnoy-situatsii
20. Экба С. И. Повышение качества работ при возведении железобетонных жилых зданий [Электронный ресурс] // CyberLeninka. — 2026. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-kachestva-rabot-pri-vozvedenii-zhelezobetonnyh-zhilyh-zdaniy

Comparative analysis of the efficiency of precast and cast-in-place reinforced concrete in modern construction

Esedullaev R.M.
Southwest State University

JEL classification: L61, L74, R53

A comparative analysis of precast, cast-in-place and composite precast-monolithic reinforced concrete systems used in modern civil construction was carried out. Cast-in-place concrete provides high architectural flexibility but requires considerable on-site labour and strict control of formwork, concreting and curing. Precast concrete accelerates erection and transfers a substantial part of quality control to the factory, while increasing requirements for transportation, cranes and joint accuracy. Composite systems combine factory-made elements with monolithic joints and may provide a balanced solution for repetitive multi-storey buildings. It is concluded that the preferred system should be selected for a particular project, taking into account the structural scheme, local production facilities, logistics and construction conditions.

Keywords: precast reinforced concrete; cast-in-place reinforced concrete; precast-monolithic frame; construction efficiency; labour intensity; construction duration.

References

1. Strelkova M. D., Strelets K. I., Velichkin V. Z., Petrochenko M. V. Efficiency of precast-monolithic frame systems in civil construction. CyberLeninka. 16, no. 11, pp. 1493–1507.
2. Lysova Yu. D., Fomin N. I., Baiburin A. Kh. Comparative analysis of structural and technological parameters of foreign precast-monolithic systems of civil buildings. Part I. CyberLeninka. 22, no. 2, pp. 61–67.
3. Lysova Yu. D., Fomin N. I., Baiburin A. Kh. Comparative analysis of structural and technological parameters of foreign precast-monolithic systems of civil buildings. Part II. CyberLeninka. 22, no. 3, pp. 53–60.
4. Lyalin D. A., Pugach E. M. Constructability of reinforced concrete frames of multi-storey buildings. CyberLeninka. 14, no. 2.
5. Lyskova A. V., Samotkanova E. D. Analysis of the possibility of replacing a cast-in-place frame with a precast-monolithic frame in a multi-storey residential building. CyberLeninka. 10.
6. Lutsenko A. I., Ariskin M. V. Study of beam-to-column joints in a precast-monolithic reinforced concrete frame using computer-aided design. CyberLeninka. 7 (31), pp. 8–25.
7. Kanakov I. D., Novikov M. Yu., Kislyakova Yu. G. Analysis of cast-in-place reinforced concrete structures in civil construction: advantages, current problems and possible solutions. CyberLeninka, 2022.
8. Terentyev A. V., Terekhova O. P. Features of precast-monolithic frame construction technologies. CyberLeninka. 2, no. 5 (62), pp. 541–551.
9. Kosarev V. N. Features of precast-monolithic multi-storey construction technology. CyberLeninka. 4 (35), pp. 8–17.
10. Kolmakova Yu. D., Fomin N. I. New structural and technological solutions for increasing the robustness of precast-monolithic systems of civil buildings. CyberLeninka. 2 (57), pp. 88–93.
11. Mironova Yu. V., Suleymanov A. M. Structural solution of a column-to-slab joint in a precast-monolithic frame to improve resistance to progressive collapse. CyberLeninka. 3, pp. 135–144.
12. Komarov A. K. Reliability of multi-storey buildings with cast-in-place reinforced concrete structures during construction. CyberLeninka, 2023, pp. 483–491.
13. Khafizov T. M., Baiburin A. Kh., Denisov S. E., Ovchinnikov A. D. Method of combined construction of buildings and structures using descending concrete. CyberLeninka. 23, no. 1, pp. 37–47.
14. Kudryavtsev M. V., Shevchuk A. S. Assessment of strength, stiffness and crack resistance of precast reinforced concrete structures based on laboratory tests. CyberLeninka, 2023.
15. Khafizov T. M., Baiburin A. Kh., Denisov S. E. et al. Winter construction technology of a multi-storey precast-monolithic building in permanent reinforced concrete formwork. CyberLeninka. 24, no. 2, pp. 42–47.
16. Kanakov I. D. Analysis of cast-in-place frame housing construction technologies in the Russian Federation: design rules and features. CyberLeninka, 2024.
17. Perunov A. S. Typical defects of cast-in-place structures caused by violations of winter construction technology. CyberLeninka, 2024.
18. Linkov I. E. Technical and economic analysis of structural systems used in housing construction. CyberLeninka, 2025.
19. Kolchunov V. I., Savin S. Yu., Kaidas P. A. Deformation of reinforced concrete precast-monolithic frame elements in a special design situation. CyberLeninka. 2 (72), pp. 65–76.
20. Ekba S. I. Improving work quality in the construction of reinforced concrete residential buildings. CyberLeninka, 2026.