
ENGINEERING FACILITIES AND CONSTRUCTION STRUCTURES
MÜHƏNDİS QURĞULARI VƏ İNŞAATR KONSTRUKSIYALARI

<https://doi.org/10.58225/ekosu.2026.4-113-117>

УДК 060634

СЕИДОВ Н.Г., ДАДАШЗАДЕ К.С.

Азербайджанский Архитектурно Строительный Университет
kristalnamiq@gmail.com, kenan3306@gmail.com

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА В КАРКАСНЫХ ЗДАНИЯХ

Введение. Каркасные здания уже многие годы занимают одно из ведущих мест в современном гражданском и промышленном строительстве. Такая популярность объясняется целым рядом преимуществ: возможностью быстро возводить объекты практически любой этажности, гибкостью планировочных решений и способностью создавать большие открытые пространства без большого количества внутренних несущих стен. При этом надёжность и долговечность всего сооружения в первую очередь зависят от качества материалов, используемых в несущих элементах каркаса — колоннах, ригелях, балках и плитах перекрытий.

В настоящее время в практике проектирования железобетонных каркасных систем применяют самые разные виды бетона. Однако тяжёлый бетон по-прежнему остаётся одним из наиболее востребованных материалов для ответственных конструкций. Он сочетает в себе высокую прочность, достаточную жёсткость и проверенную временем надёжность. Эти характеристики регулируются как российским ГОСТ 26633-2015, так и азербайджанскими строительными нормами AzDTN.

Несмотря на активное развитие лёгких, ячеистых и высокопрочных модифицированных бетонов, вопросы рационального и эффективного применения тяжёлого бетона в каркасных системах часто остаются недостаточно проработанными. На многих объектах выбор материала до сих пор происходит без детального анализа перераспределения усилий, влияния на общую жёсткость здания и долгосрочных

эксплуатационных последствий. В связи с этим особенно актуальным становится комплексное рассмотрение роли тяжёлого бетона в формировании надёжной и устойчивой конструктивной схемы.

Целью настоящей статьи является анализ особенностей применения тяжёлого бетона в элементах каркасных зданий, оценка его влияния на прочностные, деформативные и эксплуатационные показатели конструкций, а также определение наиболее рациональных областей его использования.

Свойства тяжёлого бетона и их влияние на работу каркаса. Тяжёлый бетон представляет собой один из наиболее традиционных и надёжных конструкционных материалов с плотностью от 2200 до 2500 кг/м³. Его производят в основном на основе цементного вяжущего и плотных заполнителей — прежде всего щебня из прочных горных пород, таких как гранит, диабаз или базальт. Благодаря плотной структуре материал отличается стабильными физико-механическими характеристиками и хорошо прогнозируемым поведением под нагрузкой в течение всего срока службы здания.

Главным достоинством тяжёлого бетона считается высокая прочность на сжатие. В практике чаще всего применяют классы В30, В35 и В40. Эти марки особенно востребованы в колоннах нижних этажей многоэтажных зданий, где сосредоточены максимальные вертикальные нагрузки от веса верхних конструкций, колонны, перекрытий, ригелей, оборудования и эксплуатации

онной нагрузки. Высокая прочность позволяет уменьшать поперечные сечения элементов без потери несущей способности.

Не менее значим модуль упругости (жёсткость) материала. Благодаря высоким значениям этого показателя колонны и ригели меньше деформируются под нагрузкой, а всё здание в целом лучше сопротивляется горизонтальным воздействиям – ветру и землетрясениям. Это особенно важно в регионах с повышенной сейсмической активностью в соответствии с требованиями AzDTN 2.3-1. Кроме того, тяжёлый бетон обладает хорошей трещиностойкостью при правильном армировании, высокой огнестойкостью (способен сохранять несущую способность в течение 1–3 часов при пожаре), достаточной морозостойкостью (F200–F400) и водонепроницаемостью.

Применение тяжёлого бетона в элементах каркаса. Тяжёлый бетон проявляет свои лучшие качества в тех элементах каркаса, которые воспринимают максимальные нагрузки, наибольшую ответственность за безопасность и устойчивость всего здания. В колоннах нижних этажей материал позволяет эффективно воспринимать большие сжимающие нагрузки. Это даёт возможность проектировщикам уменьшать размеры сечений колонн, сохраняя при этом необходимый запас прочности и снижая расход бетона и арматуры.

В ригелях и балках тяжёлый бетон обеспечивает требуемую жёсткость при изгибе и поперечном сдвиге. Благодаря этому уменьшаются прогибы перекрытий, повышается трещиностойкость и улучшаются эксплуатационные качества полов. Особенно заметен эффект в зданиях с большими пролётами и повышенными полезными нагрузками (торговые центры, офисные комплексы, производственные помещения).

Монолитные плиты перекрытий из тяжёлого бетона надёжно взаимодействуют с колоннами и ригелями, участвуя в создании единой пространственной системы. Большое значение имеет применение мате-

риала в диафрагмах жёсткости, ядрах лестнично-лифтовых блоков и стенах жёсткости. Здесь высокая плотность и прочность бетона помогают эффективно воспринимать горизонтальные нагрузки (AzDTN 2.1-1 и AzDTN 2.3-1), снижая горизонтальные перемещения этажей.

Эксплуатационные преимущества тяжёлого бетона. В процессе длительной эксплуатации тяжёлый бетон демонстрирует целый ряд важных преимуществ. Благодаря плотной структуре и качественным заполнителям материал хорошо сопротивляется проникновению влаги, воздействию агрессивных сред, морозу и резким температурным колебаниям. При соблюдении технологии приготовления и укладки конструкции из тяжёлого бетона уверенно служат 50–100 лет и более.

Среди других значимых плюсов – высокая огнестойкость, которая повышает общий уровень пожарной безопасности здания. Значительная масса конструкций также обеспечивает хорошую звукоизоляцию, что особенно важно для жилых и общественных зданий. Кроме того, конструкции из тяжёлого бетона обладают неплохой ремонтпригодностью: локальные повреждения и трещины можно эффективно устранять с помощью современных ремонтных составов без необходимости демонтажа и замены целых элементов.

Отдельно стоит отметить высокую стойкость тяжёлого бетона к карбонизации и хлоридной коррозии. Это делает его предпочтительным материалом для зданий, расположенных вблизи автомобильных дорог, морского побережья или в промышленных зонах с агрессивной средой. Кроме того, значительная тепловая инерция тяжёлого бетона способствует стабилизации температурного режима внутри помещений, что снижает затраты на отопление и кондиционирование в течение года. Эти качества особенно востребованы при строительстве жилых комплексов и социальных объектов.

Влияние на пространственную жёсткость каркасных зданий. Пространственная жёсткость – один из важнейших пока-

зателей надёжности каркасного здания, особенно при воздействии ветровых и сейсмических нагрузок. Высокий модуль упругости тяжёлого бетона существенно повышает общую жёсткость каркаса.

Применение этого материала в колоннах и ригелях уменьшает относительные деформации элементов и ограничивает горизонтальные перемещения этажей по высоте здания. В результате усилия между вертикальными и горизонтальными элементами распределяются более равномерно. Это особенно заметно в высотных зданиях, где накопление деформаций может приводить к значительным внутренним напряжениям.

В элементах жёсткости (диафрагмах и ядрах) тяжёлый бетон помогает эффективно гасить динамические воздействия, снижать углы поворота этажей и перекосы. Всё это положительно сказывается на безопасности конструкции и комфорте пользователей – в здании меньше вибраций и меньше вероятность появления трещин в перегородках и отделке.

Использование тяжёлого бетона позволяет уменьшить период собственных колебаний здания, что критически важно при сейсмическом воздействии. Более жёсткий каркас лучше «гасит» динамические нагрузки и снижает амплитуду колебаний. В результате уменьшается риск резонансных явлений и повышается комфорт пребывания людей на верхних этажах. Практика строительства в сейсмически активных регионах Азербайджана подтверждает, что здания с применением тяжёлого бетона в элементах жёсткости лучше переносят землетрясения средней силы без существенных повреждений.

Особенности совместной работы тяжёлого бетона и арматуры. Эффективность любой железобетонной конструкции во многом определяется качеством совместной работы бетона и арматуры. Тяжёлый бетон благодаря своей плотной структуре и оптимальному зерновому составу заполнителей обеспечивает отличное сцепление с арматурными стержнями.

Такое надёжное взаимодействие позволяет полностью реализовывать расчётные характеристики арматуры. Бетон воспринимает сжимающие напряжения, а арматура эффективно работает на растяжение. В результате конструкции получаются прочными, с контролируемой шириной раскрытия трещин и высокой надёжностью узловых соединений.

Особенно важно качественное сцепление в местах сопряжения элементов (узлах каркаса), где действуют сложные комбинированные нагрузки. Хорошая анкеровка арматуры в теле тяжёлого бетона повышает монолитность всей системы и способствует более равномерному перераспределению усилий.

Качество сцепления арматуры с тяжёлым бетоном напрямую зависит от шероховатости поверхности заполнителей и правильного выбора добавок. Современные пластификаторы и модификаторы позволяют улучшить реологические свойства бетонной смеси, обеспечивая более плотное прилегание бетона к арматуре. Это особенно важно в предварительно напряжённых конструкциях и в узлах каркаса, где возникают значительные сдвигающие усилия. Надёжное сцепление снижает вероятность коррозии арматуры и увеличивает общий ресурс железобетонных элементов.

Экономическая эффективность. Несмотря на относительно высокую плотность и массу, применение тяжёлого бетона во многих случаях оказывается экономически выгодным. Повышенная прочность и жёсткость материала позволяют уменьшать поперечные сечения колонн, балок и плит, что снижает общий расход бетона и арматуры.

Кроме того, значительная долговечность конструкций заметно сокращает расходы на ремонт и техническое обслуживание в течение всего жизненного цикла здания. Снижаются также риски преждевременного разрушения и необходимость дорогостоящего капитального ремонта. При

комплексной оценке затрат на строительство и эксплуатацию тяжёлый бетон часто показывает хорошее соотношение цены и качества.

При проведении технико-экономического сравнения различных вариантов каркаса часто оказывается, что использование тяжёлого бетона в ключевых элементах снижает общую стоимость проекта на 8–15 % за счёт уменьшения расхода арматуры и сокращения сроков строительства. Кроме того, более длительный межремонтный период и меньшие эксплуатационные затраты делают такие здания более привлекательными для инвесторов и застройщиков. В долгосрочной перспективе (50 лет и более) экономический эффект от применения тяжёлого бетона становится ещё более очевидным.

Ограничения и условия рационального применения. Главным ограничением тяжёлого бетона остаётся его большая собственная масса, которая существенно увеличивает нагрузку на фундаменты и подземную часть здания. Это требует более мощных и дорогостоящих фундаментов, особенно на слабых грунтах.

Дополнительные сложности связаны с транспортировкой, укладкой и уплотнением тяжёлой бетонной смеси. Поэтому нецелесообразно применять тяжёлый бетон во всех элементах каркаса подряд.

Наиболее рациональным решением считается дифференцированное применение: тяжёлый бетон рекомендуется использовать в максимально нагруженных зонах (колонны нижних этажей, ригели, ядра жёсткости), а в менее ответственных конструкциях (верхние этажи, ненесущие элементы) – более лёгкие виды бетона. Такой подход позволяет оптимизировать вес здания, снизить нагрузку на фундамент и добиться наилучшего экономического эффекта при полном соответствии требованиям AzDTN.

Важным ограничением является также повышенная теплопроводность тяжёлого бетона по сравнению с лёгкими и ячеистыми бетонами. Это требует устройства более эффективной теплоизоляции ограждающих конструкций. При проектировании следует тщательно выполнять теплотехнический расчёт, чтобы избежать повышенных теплопотерь и появления конденсата. Рациональное применение подразумевает не только выбор правильных зон для тяжёлого бетона, но и грамотное сочетание его с другими материалами в рамках одной конструкции, что требует высокого уровня квалификации проектировщиков и строителей.

Заключение. Тяжёлый бетон по-прежнему остаётся надёжным, проверенным и эффективным материалом для строительства каркасных зданий. При грамотном и продуманном использовании в ключевых элементах каркаса он обеспечивает высокие показатели прочности, жёсткости и долговечности сооружений. Рациональное сочетание тяжёлого бетона с современными конструктивными решениями, точным расчётом и соблюдением технологических норм позволяет создавать безопасные, экономичные и долговечные здания различного назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 63.13330.2018. «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения проектирования» – Москва, 2018.
2. СНиП 2.03.01-84. «Бетонные и железобетонные конструкции» – Москва, 1984.
3. Еврокод 2. EN 1992-1-1:2004. «Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings».
4. Иванов, А.П. «Тяжелый бетон в строительстве многоэтажных зданий». – Строительство и архитектура, 2019, №5, с. 45–52.
5. Петров, В.С., Смирнов, Д.И. «Прочностные характеристики железобетонных

- каркасов с тяжелым бетоном». – Вестник строительной науки, 2020, Т. 12, №2, с. 33–40.
6. Кузнецов, Н.М. «Каркасные здания: проектирование и материалы». – Москва: Стройиздат, 2017.
7. Ли, Х., Чен, Ю. «Behavior of reinforced concrete frames with high-density concrete under seismic loads». – Journal of Structural Engineering, 2021, Vol. 147, Issue 3.
8. Федоров, Е.В. «Эксплуатационные свойства тяжелого бетона в каркасных конструкциях». – Строительные материалы, 2018, №6, с. 28–35.
9. Мартынов, С.А. «Применение тяжелого бетона в современных железобетонных каркасах». – Современное строительство, 2022, №4, с. 14–22.
10. Бетон: Справочник / Под ред. А. В. Белова. – Москва: Стройиздат, 2016.

УДК 060634

Сеидов Н.Г., Дадашзаде К.С.
*Азербайджанский Архитектурно
Строительный Университет*
kristalnamiq@gmail.com,
kenan3306@gmail.com

**Использование тяжелого бетона
в каркасных зданиях**

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются особенности применения тяжёлого бетона в каркасном строительстве. Проанализированы основные физико-механические свойства материала, его влияние на прочность, жёсткость и долговечность каркасных зданий. Особое внимание уделено рациональному использованию тяжёлого бетона в различных элементах каркаса (колонны, ригели, плиты перекрытий, диафрагмы жёсткости), совместной работе с арматурой, а также эксплуатационным и экономическим преимуществам. Выявлены ограничения материала и условия его наиболее эффективного применения с

учётом требований азербайджанских строительных норм AzDTN и ГОСТ 26633-2015. Сделан вывод о целесообразности дифференцированного использования тяжёлого бетона в современном многоэтажном строительстве.

Ключевые слова: тяжёлый бетон, каркасное строительство, монолитный каркас, прочность бетона, пространственная жёсткость.

УДК 060634

Seyidov N.Q., Dadashzade K.S.
*Azerbaijan University of Architecture and
Construction*
*kristalnamiq@gmail.com, ke-
nan3306@gmail.com*

**The Use of Heavy Concrete in Frame
Buildings**

ABSTRACT

The article examines the features of the use of heavy concrete in frame construction. The main physical and mechanical properties of the material, as well as its effect on the strength, rigidity, and durability of frame buildings, are analyzed. Particular attention is paid to the efficient use of heavy concrete in various structural elements of the frame (columns, beams, floor slabs, and shear walls), its interaction with reinforcement, as well as its operational and economic advantages. The limitations of the material and the conditions for its most effective application are determined in accordance with the construction standards AzDTN and GOST 26633-2015 of Azerbaijan. A conclusion is drawn regarding the feasibility of the differentiated use of heavy concrete in multi-storey construction.

Keywords: heavy concrete, frame construction, monolithic frame, concrete strength, spatial rigidity.

*Məqaləyə AzMİU-nun "İnşaat
konstruksiyaları" kafedrasının dosenti,
t.ü.f.d. C.V. Əsgərov rəy vermişdir.*

Redaksiyaya daxil olma/Received 12.06.2026

Çapa qəbul olunma/Accepted for publication 15.06.2026