

УДК 692.232.13

К ВОПРОСУ О МОНОЛИТНОМ ДОМОСТРОЕНИИ

М.П. Камчыбеков, Н.М. Мураталиев, К.Ж. Орозалиев, У.С. Сагынбеков, К.М. Мелисов

Описана история появления и развития бетона как строительного материала от древних времен до настоящего времени. Производственное применение монолитного бетона началось с конца XVIII века. С разработкой портландцемента в XIX в. монолитный бетон становится основным, экономически выгодным строительным материалом в строительстве любого объекта, в том числе крупных крытых выставочных центров и павильонов. Но, как показывает практика, монолитное строительство остается одним из перспективных направлений в строительстве жилых и общественных зданий и сооружений. Объемы применения монолитного бетона измеряются сотнями миллионов кубометров в год.

Ключевые слова: монолитные здания; железобетон; конструкция; строительство; технология.

МОНОЛИТТИК ҮЙ КУРУУ МАСЕЛЕСИ

М.П. Камчыбеков, Н.М. Мураталиев, К.Ж. Орозалиев, У.С. Сагынбеков, К.М. Мелисов

Макалада байыркы замандан ушул мезгилге чейинки бетондун курулуш материалы катары пайда болушунун жана өнүгүшүнүн тарыхы сүрөттөлгөн. Монолиттик бетон өндүрүштө XVIII кылымдын аягынан тартып колдонула баштаган. XIX кылымда портландцемент иштетиле баштагандан тартып монолиттик бетон кандай гана объектини болбосун, анын ичинде ири үстү жабык көргөзмө борборлорун жана павильондорду курууда негизги, экономикалык жактан пайдалуу курулуш материалы болуп калды. Тажрыйба көрсөткөндөй, монолиттик курулуш турак-жайларды, коомдук имараттарды жана курулмаларды курууда артыкчылыктуу багыттардын бири болуп калууда. Монолиттик бетонду пайдалануу көлөмү жылына жүздөгөн миллион кубометр менен өлчөнөт.

Түйүндүү сөздөр: монолиттик имараттар; темирбетон; конструкция; курулуш; технология.

TO THE QUESTION OF MONOLITHIC BUILDING

M.P. Kamchybekov, N.M. Murataliev, K.Z. Orozaliev, U.S. Sagybekov, K.M. Melisov

The article describes the history of the emergence and development of concrete as a building material from the most ancient times to the present. In the late 18th century the monolithic concrete production began. With the development of portland cement in the XIX century, monolithic concrete becomes the main cost-effective building material in the construction of all object, including large indoor exhibition centers and pavilions. But as practice shows monolithic construction remains one of the promising course in the construction of residential and public buildings and structures. Despite the period of rapid development of precast concrete, the monolithic concrete is often used in construction and the volumes of its annual using is measured as hundreds of millions of cubic meters per year.

Keywords: monolithic buildings; reinforced concrete; construction; technology.

Сравнительно легкий и используемый всеми как в бытовом, так и в промышленном строительстве бетон появился очень давно. По своей структуре он похож на современный строительный бетон. Проведенные раскопки показывают, что в античное время использовались искусственные камни – прототипы современного строительного бетона. Поскольку данный мате-

риал производить было довольно трудно, и стоил он дорого, применение в строительстве этого материала было ограничено [1, 2].

Древнее бетонное сооружение, датированное 5600 г. до н.э., было найдено на территории бывшей Югославии. Бетон, использованный при строительстве пола, имел толщину 25 см. Для такого пола бетон выполнялся из смеси

красной извести и гравия, которые доставляли по реке за 400 км от места добычи. В составе древнего бетона была обычная жирная глина, которая служила вяжущим средством. Она смешивалась с водой, и заливалась в определенную форму опалубки для изготовления прообразов бетонных конструкций. Под воздействием солнечных лучей они сохли и приобретали определенную форму. Материал, наподобие бетона, применялся для изготовления строительных конструкций сооружений – от простых глинобитных жилищ до громадных храмов – Зиккуратов [3]. Археологами установлено, что в Египте еще до н.э. при строительстве гробниц был также использован бетонный раствор с крупными заполнителями, широко известный у египтян. Такой бетон, по историческим данным, использовали при сооружении галерей египетского лабиринта и цельного свода пирамид. Этот факт подтверждает, что бетон был действительно особым строительным материалом, из которого возводили особо важные объекты. Одними из первых бетон начали использовать в Китае и Индии. А с VII–VI вв. до н.э. начали использовать раствор жирной извести с гидравлическими добавками для изготовления бетона на островах Эгейского моря. В 500 г. до н.э. в Восточном Средиземноморье и древней Греции в качестве бетона использовалась мелкозернистая известь для наружной отделки стен [3].

Известковый раствор, вулканический пепел и щебень из обожженного туфа стали использовать как основные составляющие водоупорного бетона в древнеримской империи с конца IV в. до н.э. С этого время такой бетон начал широко использоваться при строительстве жилых домов, дорог и храмовых сооружений, как например, Римский Пантеон II века н.э. [2]. В IV–III вв. до н.э. в составе бетонного раствора стали использовать известь в качестве вяжущего материала, а также песок, мелкий камень и грунт. Бетон начали использовать как основной материал при сооружении фундаментов жилых домов и храмов с начала II в. до н.э. С I в. до н.э. в составе раствора стало уменьшаться количество земли, что привело к увеличению прочности бетона. В эпоху Юлия Цезаря при строительстве волнореза близ Неаполя начали применять пуццоланы вместо песка. С конца I в. до н.э. бетон стал основным строительным материалом. При строи-

тельстве фундамента и стен больших публичных сооружений применение бетона стало обычным делом, в это время и был составлен стандарт бетонной смеси. Песок просеивался по определенному размеру для улучшения качества бетонной смеси [2].

Крушение Римской империи привело к сокращению использования бетона, поскольку строительство дорог и сооружений прекратилось и, таким образом, рецепт бетона постепенно забылся. Это относится к IV в. н.э. Дошедшие до нашего времени храмы, общественные сооружения показывают, что производство бетона было сложным и редким делом и потому широко не использовалось [4]. Начиная с I в. н.э. бетон вновь стали применять для сооружения фундаментов, стен и сводов куполов (Золотое жилище Нерона, Колизей и др.). А с II в. н.э. бетон начал массово применяться при строительстве инженерных, общественных сооружений и жилых зданий. Производственное применение монолитного бетона начинается с конца XVIII в. до середины XIX века. С изобретением в XIX в. портландцемента монолитный бетон стал основным экономичным строительным материалом при сооружении любого объекта [1], в том числе крупных крытых выставочных центров и павильонов [5].

Следует отметить, что при использовании бетона опалубка является главным элементом при строительстве зданий и сооружений. Сначала ее делали разовой, но со временем стало возможно ее многократное применение, что позволило в несколько раз увеличить темпы строительства [6]. В настоящее время ведутся работы по совершенствованию опалубочных систем с тем, чтобы можно было их использовать в различных климатических условиях – жаркой пустыне и холодном севере.

Как показывает практика, монолитное строительство в перспективе может стать одним из основных направлений в стрройиндустрии. Монолитный бетон довольно часто применяется в строительстве, и даже в период стремительного развития сборного железобетона, объемы его ежегодного использования измеряются сотнями миллионов кубометров в год.

История Средней Азии в эпоху Караханидов (начало X до XIII в.) [7] показывает примеры использования бетонообразных смесей при строительстве храмовых сооружений, дошедших

до наших дней. В Кыргызстане широкое применение бетона началось со строительства заводов и фабрик в сороковые годы прошлого столетия в связи с вынужденной эвакуацией промышленных объектов для военных нужд. В 60-х годах прошлого столетия бетон широко использовался и при сооружении крупнопанельных зданий [8]. В 70-х годах минувшего века монолитное жилищное строительство началось с сооружения первого высотного объекта в городе Фрунзе [9]. Так, на пересечении улиц Белинского и Токтогула в 1978 г. появился первый девятиэтажный экспериментальный монолитный, керамзитобетонный девятиэтажный жилой дом (алма-атинский проект). В 1982 г. на проспекте Мира был сооружен первый 12-этажный 176-квартирный монолитный жилой дом с магазином “Детский мир” на первом этаже (кишиневский проект). В центре города в 1985 г. на пересечении улиц Советской и Киевской, около здания “Главпочтамт” был возведен первый монолитный 18-этажный жилой дом, авторами проекта которого были А.М. Нежурич, Б.П. Лебедев, Н.Н. Байбеков.

Монолитное строительство имеет ряд значительных преимуществ по сравнению со сборными конструкциями. Так, затраты на производственную базу монолитного железобетона на 40–45 % меньше, на 20 % снижаются расходы на металл. Снижаются на 25–30 % трудовые затраты по сравнению с кирпичными домами, а длительность постройки снижается на 10 % [10]. Монолитный бетон неплох еще и тем, что из него можно возводить дома любой конфигурации с широким спектром архитектурно-планировочных решений. Строения из монолитного бетона более стойки и прочны при сейсмических и иных опасных природных воздействиях. По результатам экспериментов на сейсмическую опасность и уязвимость различных типов жилых зданий на территории г. Бишкек, монолитные здания показали самый низкий уровень уязвимости по европейской макросейсмической шкале EMS-98 [11–13].

Известна практика проверки монолитного трехэтажного здания при помощи динамического воздействия вибромашиной. Задачей такого эксперимента стало отслеживание реакции монолитного строения на влияние вибрационной динамической нагрузки, проходящей через грунт. Было проведено натурное наблюдение

за параллельно стоящим типовым домом по воздействию вибрационной динамической нагрузки, идущей через грунт. В ходе работы вибромашины происходило усиленное раскачивание здания, что привело к возникновению в прилегающем массиве грунта частот, близких по характеру к сейсмическим, вследствие чего они появились и у параллельно стоящего однотипного здания. Исключительность этой работы заключалась в том, что изучался весь процесс, происходящий на пути вибрационной нагрузки от фундамента к грунту, от грунта к фундаменту и от фундамента к перекрытию 3 этажа монолитного здания.

Естественное наблюдение за реакцией зданий и сооружений на сейсмические влияния в более чем 9-балльной зоне, где они расположены, является одним из важнейших факторов, учитываемых при оценке сейсмостойкости здания. Как показали экспериментальные исследования, собственный период частот на восьми этапах исследования оставался неизменным: $T = 0,18$ с. Связано это с тем, что монолитный дом за счет более равномерного перераспределения внутренних напряжений имеет высокие упругопластические признаки [11]. Запись микросейсм до и после испытания показала, что твердость здания не изменилась. Следовательно, подтверждается тезис о том, что для зданий на грунтах с близким залеганием уровня грунтовых вод главную угрозу представляет не прочность несущих конструкций, а прочность всего сооружения.

Развитие монолитного строительства видится как строительство различных конструктивных составляющих из смеси, содержащей бетон и особой опалубки. Она представляет собой особую форму, в которую укладывают монолитный бетон. Опалубка считается обязательной частью монолитного строительства, так как за счет опалубки конструкция будущего строения получает надежность, прочность и стабильность к изменениям формы, объема и иных свойств бетонизируемой системы.

При строительстве монолитных домов большой популярностью у строителей пользуются несъемные опалубки, произведенные из пенополистирола (пенопласт). Они имеют вид пустотного полистирольного блока, который состоит из двух панелей, связанных между собой

особыми перемычками из того же материала или пластика. Из-за небольшого веса и легкости монтажа пенополистирол стал самым используемым в мире материалом в строительной индустрии [6].

Пенополистирол – легко воспламеняющийся материал, следовательно, для наружных и внутренних отделочных работ нужно относиться к нему с осторожностью. Чаще всего, для внутренней отделки, как правило, выбирают гипсокартонные листы, которые наклеиваются прямо на полистирол, или используют штукатурные материалы, которые наносятся на него. Затем оштукатуривают фасад дома или облицовывают его плиточными материалами или трудногорючими панелями.

В монолитном строительстве часто применяются сборно-разборные опалубки. Как правило, они применяются при строительстве высотных и административных зданий. В этом случае конструкция здания может быть выполнена двумя методами: утеплением наружных стен или дополнительным утеплением конструкции внутренних стен. При строительстве больших и объемных объектов применяется первый метод. Второй метод применяется в зависимости от количества строительных объектов.

Смесь бетонного раствора определяется согласно проекту. В некоторых случаях предусматривают разные добавки, к примеру, керамзитовые, которые сокращают долговечность монолита, но в то же время улучшают теплоизоляцию. При строительстве монолитных стен необходимо выполнить инженерный расчет, даже в случае, если возводится 1-этажный дом. Должны быть согласованы и просчитаны несущая способность и теплоизоляционные свойства стен. В отдельных случаях основную несущую нагрузку оставляют на колонны и перекрытия, а стены “разбавляют” теплоизоляционными наполнителями [12, 13].

Монолитные стены и перекрытия, которым определена роль несущих конструкций, как правило, крепят арматурой. Изнутри строения стены нередко возводят из более легких материалов – панельных или блочных. Да и внешние стены в “монолитном” здании зачастую выполняют панельными. Многократно монолитными делают колонны и перекрытия домов, то есть к несущему каркасу “подцепляют” панели в ка-

честве внешних и внутренних стен. В свою очередь, на несущую монолитную конструкцию может быть навешен металлический каркас и “надеты” термоструктурные сэндвич-панели. Затем на здании монтируют, например, подвесной фасад, и образуется монолитно-панельный дом.

Часто при строительстве используются и имеют довольно большой спрос строения, именуемые “монолит-кирпич”. Такие здания отлиты из бетона вместе с опалубкой, который, застывая, становится монолитом. После этого монолитное здание облицовывают кирпичом, который не только улучшает наружный вид, но еще и защищает помещения зимой от мороза, а летом от жары. Существует и другое наружное ограждение монолитного здания. Например, с использованием навесной фасадной системы и “начинки” из теплоизоляционного материала [14, 15].

Строительство монолитных зданий и сооружений реализуется в соответствии с требованиями и нормами, закрепленными государственными документами и техническими условиями проектов [16].

Одним из недостатков строительства монолитных зданий и сооружений является то, что весь технологический процесс на строительной площадке происходит в различное время года, в том числе в холодный период. Для таких случаев при строительстве монолитных зданий и сооружений применяются специальные опалубочные средства, позволяющие сохранять тепло и долго не замерзать водной смеси [17, 18].

В Бишкеке здания из монолитного бетона представлены также 5-этажными зданиями в западной части, и 16-, 18-этажными жилыми домами в центральных и южных микрорайонах столицы. В данное время монолитное домостроение в столице используется не столь широко. Жилищный фонд столицы заполняют, прежде всего, многоэтажными каркасными типами жилых зданий, возводимыми ускоренными темпами, как в центральных, так и в других районах города.

Однако, как показывает опыт строительных работ в ближнем и дальнем зарубежье, будущее все-таки должно быть за монолитным домостроением, как особо прочным и практически неуязвимым, что весьма актуально для сейсмически опасных регионов.

Литература

1. *Баженов Ю.М.* Технология бетона / Ю.М. Баженов. М.: АСВ, 2002. 500 с.
2. *Кочетов В.А.* Римский бетон – из истории строительства и строительных технологий Древнего Рима / В.А. Кочетов. М.: Стройиздат, 1991. 111 с.
3. *Коротченко И.А.* История развития бетона и его будущее / И.А. Коротченко, А.Ю. Пахомова // Приволжский научный вестник. 2014. №10 (38). С. 24–30.
4. *Пирожников Л.Б.* Занимательно о бетоне / Л.Б. Пирожников. М.: Стройиздат, 1986. 104 с.
5. *Суздальцева А.Я.* Бетон в архитектуре XX века / А.Я. Суздальцева. М.: Стройиздат, 1981. 208 с.
6. *Байбурин А.Х.* Качество возведения монолитных жилых домов / А.Х. Байбурин, С.В. Никоноров // Жилищное строительство. 2002. № 4. С. 4–6.
7. *Воличенко О.В.* Архитектурно-художественные достижения Караханидской эпохи / О.В. Воличенко // Вестник КРСУ. 2018. Т. 18. № 4. С. 89–94.
8. *Руденко Ю.В.* Особенности формирования архитектуры города Бишкек в советский период / Ю.В. Руденко, Р.М. Муksiнов // Вестник КРСУ. 2018. Т. 18. № 4. С. 126–128.
9. *Савелов И.Г.* Очерки истории архитектуры и строительства Кыргызстана / И.Г. Савелов, Е.И. Милехина, И.И. Савелова. Бишкек: Илим, 2001. 404 с.
10. *Киргизов А.М.* Повышение эффективности контроля качества монолитного бетона / А.М. Киргизов, О.Е. Сенников, В.А. Купоросов // Матер. межд. науч.-техн. конф. “Итоги строительной науки”. Владимир, 2003. С. 328–331.
11. *Камчыбеков М.П.* Исследование взаимодействия колебаний грунта и трехэтажного дома, расположенного в зоне свыше 9 баллов / М.П. Камчыбеков, К.А. Егембердиева // Проблемы механики. Ташкент: ФАН АН РУз. 2004. № 4. С. 27–30.
12. *Камчыбеков М.П.* Сейсмический риск крупных городов Кыргызстана / М.П. Камчыбеков // Вестник Ин-та сейсмологии НАН КР. 2016. №2(8). С. 24–30.
13. *Grunthal G.* European Macroseismic Scale 1998 / G. Grunthal // Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie. 1998. Vol.15. P. 1–99.
14. *Кузнецов В.С.* Нормативные допуски как факторы риска снижения долговечности строительных объектов / В.С. Кузнецов, А.В. Кузнецов, М.Н. Смирнов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2005. № 5. С. 80–81.
15. *Сагадаев Р.А.* Современные методы возведения монолитных и сборно-монолитных перекрытий / Р.А. Сагадаев. М.: ГОУ ДПО ГАСИС, 2008. 35 с.
16. СНиП 3.03.01–87. Несущие и ограждающие конструкции // ЦИТП Госстроя СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. 192 с.
17. *Хаяутин Ю.Г.* О допусках на геометрические размеры монолитных конструкций / Ю.Г. Хаяутин // Бетон и железобетон. 1986. № 3. С. 25–26.
18. Рекомендации по расчету точности сборки конструкций зданий // ЦНИИОМШ. М.: Стройиздат, 1983. 135 с.