

КОНТРОЛЬ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА ПРИ МОНОЛИТНОМ ДОМОСТРОЕНИИ

Заволока М.В., к.т.н., профессор,

Заволока Ю.М.,

Заволока Ю.В., доцент

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

lab.psk.ogasa@mail.ru

Аннотация. Проведены исследования качества (прочности) бетона и качества бетонных работ, которые при строительстве современных многоэтажных монолитных зданий имеют первостепенное значение, обеспечивающее необходимую несущую способность конструкций, долговечность и соответствие их фактической прочности проектной. Изложены более подробно требования норм по определению прочности бетона на строительной площадке. Обобщены недостатки контроля прочности бетона по данным испытаний контрольных кубов, и отмечена необходимость увеличения объемов контроля прочности бетона монолитных конструкций с использованием разрушающих и неразрушающих методов контроля. Даны обобщенные выводы и рекомендации.

Ключевые слова: монолитное домостроение, контроль прочности бетона, качество бетонных работ, контрольные образцы, неразрушающий контроль.

КОНТРОЛЬ МІЦНОСТІ БЕТОНУ ПРИ МОНОЛІТНОМУ ЖИТЛОВОМУ БУДІВНИЦТВІ

Заволока М.В., к. т. н., професор,

Заволока Ю.М.,

Заволока Ю.В., доцент

Одеська державна академія будівництва та архітектури

lab.psk.ogasa@mail.ru

Анотація. Проведені дослідження якості (міцності) бетону і якості бетонних робіт, які при будівництві сучасних багатоповерхових монолітних будівель мають першорядне значення, що забезпечує необхідну несучу здатність конструкцій, довговічність і відповідність їх фактичної міцності проектної. Викладені більш детально вимоги норм щодо визначення міцності бетону на будівельному майданчику. Узагальнені недоліки контролю міцності бетону за результатами випробувань контрольних кубів і відзначена необхідність збільшення обсягів контролю міцності бетону монолітних конструкцій з використанням руйнівних і неруйнівних методів контролю. Наведені загальні висновки і рекомендації.

Ключові слова: монолітне будівництво, контроль міцності бетону, якість бетонних робіт, контрольні зразки, неруйнівний контроль.

CONTROL OF CONCRETE STRENGTH IN MONOLITHIC HOUSING CONSTRUCTION

Zavoloka M.V., PhD., Professor,

Zavoloka Y.M.,

Abstract. The research of the quality (strength) of concrete and the quality of concrete works has been conducted, which are the most important in the construction of modern high-rise buildings providing the required load-bearing capacity of structures, and their compliance with the actual design strength. The requirements of the building codes for determining the strength of concrete on the construction site are considered in greater detail. The disadvantages of concrete strength control according to the data of control cubes testing have been generalized. Taking into account the actual state of the quality of works performed by construction organizations, complying with the requirements of ISO 9000, it is advisable to significantly increase the volume of concrete control in the construction of monolithic buildings. A special role is played by the concrete quality control in the intermediate and project ages. The optimum use of destructive and non-destructive testing methods is necessary. For high quality accomplishment of concrete works a single standard is indispensable in which the basic requirements for a concrete mixture and concrete should be set out.

Keywords: high-rise buildings construction, concrete strength control, the quality of the concrete work, test pattern, non-destructive testing methods.

Введение. Основные требования, предъявляемые к жилым многоэтажным зданиям: качество, энергосбережение, сейсмостойкость, пожаробезопасность. На первом месте – требование качества, обеспечивающее надежность и долговечность. Главным показателем качества конструкционного бетона является его прочность. Контроль прочности бетона имеет первостепенное значение для обеспечения необходимой несущей способности конструкций и соответствия ее фактической прочности проектной.

Цели и задачи. Повышение эффективности контроля качества бетона – основного строительного материала современного монолитного домостроения. Обобщены и показаны недостатки контроля прочности бетона по данным испытания контрольных образцов-кубов. Показана необходимость существенного увеличения объемов контроля качества бетона монолитных конструкций с использованием разрушающих и неразрушающих методов контроля.

Объекты и методы исследований. Объект исследований – контроль качества (прочности) бетона на различных строительных объектах и предприятиях стройиндустрии г. Одессы. Применены современные разрушающие и неразрушающие методы исследований.

Результаты исследований. Повсеместный массовый переход к строительству многоэтажных жилых зданий из монолитного железобетона и ускоренное их возведение (до трех-четырех этажей в месяц) может иметь и негативные последствия, связанные с ненадлежащим выполнением контроля качества (прочности) бетона, качества бетонных работ и качества строительства объектов в целом.

Исследования аккредитованной научно-исследовательской лаборатории «Строительных материалов и изделий» ОГАСА, проведенные на различных строительных объектах, выявило ряд негативных факторов влияющих на снижение качества контроля прочности бетона и качества выполнения бетонных работ.

К основным нарушениям относятся недостаточная организация на строительной площадке, а иногда и отсутствие приемочного контроля качества бетона. В ряде случаев отсутствуют проекты производства работ (ППР) и, соответственно, нет технических карт, и не соблюдаются технологические режимы при твердении бетона.

Контроль качества бетона требует лабораторных методов испытаний. Однако, не все

строительные организации имеют свои испытательные лаборатории и вынуждены пользоваться услугами сторонних аккредитованных лабораторий. При этом, с целью экономии средств обычно оговаривается минимальный объем контроля, необходимый для приемки и ввода в эксплуатацию здания.

При монолитном домостроении имеются свои особенности, которые значительно усложняют контроль качества (прочности) бетона, особенно при производстве работ в зимнее время.

Основными нормативными документами, регламентирующими контроль прочности бетонных смесей и бетона являются [1, 2, 3, 4].

В соответствии с нормативными документами, при изготовлении монолитных конструкций, статический контроль прочности бетона необходимо вести на заводе товарного бетона и на строительной площадке.

В городских условиях бетонные смеси поставляют на строительные объекты, в основном, с бетонных заводов бетоносмесителями. При выполнении входного контроля необходимо, чтобы полученная бетонная смесь соответствовала паспортным данным о соответствии и долговременно сохраняла свои свойства. Однако, практика строительства объектов и исследования показывают, что потери качества бетонной смеси уже происходят при ее транспортировке. Установлено, что при нарушении условий транспортирования бетонной смеси, потери прочности бетона могут достигать 14%.

Также в процессе транспортировки при увеличении продолжительности перемешивания свыше 60 мин. происходит понижение подвижности с 11...20 см до 8...16 см, что объясняется процессами, связанными с гидратацией цемента, повышением удельной поверхности перемешиваемых материалов. Снижение подвижности вызывается еще и разогревом бетонной смеси, из-за перехода механической энергии в тепловую энергию, нагревом барабана солнечными лучами (повышение температуры смеси на 3...5° вызывает снижение осадки конуса в среднем на 1...2 см). На строительном объекте коррекцию свойств бетонной смеси выполняют только регулированием расхода воды, что не оговорено нормативными документами. Исследованиями Оргэнергостроя (Россия) доказана принципиальная возможность такой коррекции при условии, что водоцементное отношение не изменится более чем на 0,04. В США допускается добавление воды до 5%. Однако, это не решает проблемы стабилизации подвижности смеси на объекте, поскольку приращение расхода воды на 5% приводит к увеличению подвижности только на 0,5...1 см. [5].

В производственных условиях, при нарушениях допущенных на стадии укладки и уплотнении бетонной смеси, потери прочности бетона могут достигнуть – 16% и более.

При входном контроле определение прочности бетона производится стандартными методами, путем изготовления и испытания на сжатие образцов-кубов.

Способ уплотнения бетонной смеси определяет степень и однородность ее уплотнения и является одним из факторов, непосредственно влияющих на прочность бетона. Известно, что 1% не удаленного воздуха снижает прочность бетона в среднем на 5...7%, что вызывает перерасход цемента до 10...15 кг/м³.

Недоуплотнение бетона контрольного образца занижает определяемую прочность, переуплотнение повышает определяемую прочность и она будет выше соответствующих фактических показателей прочности бетона конструкций.

Поэтому необходимо, чтобы образец был достаточно и однородно уплотнен, т.е. следует четко выполнять требования норм.

Грамотное определение прочности бетона на строительной площадке залог качественного строительства.

Нормы [4] п.4.1 требуют при бетонировании монолитных конструкций на

строительных площадках осуществлять статистический контроль и прием бетона по прочности, с учетом его однородности по прочности. Приемка бетона, путем сравнения его фактической прочности с нормируемой, без учета характеристик однородности прочности не допускается.

Согласно нормам [4], п.4.2 при бетонировании монолитных конструкций на строительных площадках необходимо осуществлять контроль прочности бетона в промежуточном возрасте – при снятии несущей опалубки и в проектном возрасте.

При возведении монолитных железобетонных конструкций, за контролируемый период в промежуточном и проектном возрасте, уровень прочности бетона f_{cm} , МПа определяют по формуле (1):

$$f_{cm} = k_{m,n}f_c; \quad (1)$$

где $k_{m,n}$ – коэффициент, зависящий от коэффициента вариации прочности бетона;

f_c – необходимая прочность бетона, также зависящая от коэффициента вариации прочности бетона.

Нормы [4] п.6.7 требуют при контроле прочности бетона на строительной площадке коэффициент вариации прочности бетона принимать по документам о качестве бетонной смеси предприятия-изготовителя.

Исследования, проведенные авторами, показали, что значение прочности бетона и изменчивость прочности бетона, получаемые по результатам испытаний контрольных кубов на строительной площадке, отличаются от соответствующих значений, полученных на предприятии-изготовителе бетонной смеси. При этом изменчивость прочности бетона на строительной площадке выше изменчивости прочности бетона предприятия-изготовителя. Следовательно, выполняя требования норм [4] нельзя обеспечить надежность контроля прочности при определении прочности по контрольным образцам-кубам.

Также, многочисленные исследования и исследования, проведенные в НИИЖБ, показали, что прочность бетона в монолитных конструкциях, как правило, ниже, чем прочность бетона контрольных образцов-кубов. Таким образом, при осуществлении контроля прочности бетона по действующим нормативным документам, фактическая прочность бетона монолитных конструкций, как правило, будет ниже проектной прочности [6].

Известно, что в реальной практике строительства монолитных зданий ощутимые разбросы по прочности в пределах готовой конструкции являются массовым явлением.

Целесообразный выход, проверенный практикой монолитного строительства, заказывать бетон на один класс выше предусмотренного проектом.

Зарубежная практика монолитного строительства также подтверждает рациональность такого подхода, только у них сам изготовитель бетонной смеси, во избежание нареканий, поставляет бетон на объект на класс выше заказанного. Есть и другое предложение, которое уже практикуется в России, когда номинальный состав бетона разрабатывается на среднюю прочность класса при коэффициенте вариации $V_c = 13,5\%$ и дополнительно увеличенную на 10%, что является достаточной гарантией обеспечения средней прочности и более высокой однородности бетона при прочих равных условиях [7].

Достоверность контроля прочности и однородности бетона по стандартным образцам-кубам является недостаточной по следующим причинам: объем испытаний стандартных образцов не превышает 0,01% уложенного в конструкцию бетона, условия виброформования и режимы твердения образцов и конструкций различны, стандартными методами невозможно определить однородность бетона в изделии и прочность отдельных его участков [8].

Перечисленные недостатки стандартных методов испытания прочности бетона

способствовали развитию неразрушающих методов контроля и методов, связанных с испытаниями на нестандартных образцах, извлекаемых из конструкции.

Для получения объективной оценки прочности бетона в монолитной конструкции рекомендуется этот показатель контролировать испытанием контрольных образцов (кубов), изготовленных из бетонной смеси перед бетонированием конструкций, и оценкой прочности бетона непосредственно в конструкциях неразрушающими методами. Применение неразрушающих методов дает возможность сократить расходы на испытание конструкций.

Выводы.

1. Для эффективного контроля качества бетона необходимо создать независимые испытательные лаборатории – мощные исследовательские центры с новейшим современным оборудованием, как это принято в Евросоюзе, Израиле.

2. Учитывая реальное состояние качества производимых работ строительными организациями, довольно часто, несоответствующие требованиям стандартов ИСО 9000, целесообразно значительно увеличить объемы контроля качества (прочности) бетона разрушающими и неразрушающими методами при строительстве монолитных зданий.

3. Для качественного выполнения контроля прочности бетона и ведения бетонных работ необходим единый стандарт, в котором должны быть изложены требования к бетонным смесям и к бетону.

4. В Украине необходимо издать пособие, в котором следует дать более развернутые, и более конкретные указания по правилам приемки (контроля качества) бетонной смеси и бетона.

Литература

1. ДСТУ БВ.2.7-114-2002. (ГОСТ 10181-2000). Суміші бетонні. Методи випробувань. – Чинний від 2002-07-01. – К.: Укрархбудінформ, 2002. – 27 с.

2. ДСТУ БВ.2.7-176:2008. (EN 206-1:2000,NEQ). Суміші бетонні та бетон. Загальні технічні умови. – Чинний від 2010-04-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 108 с.

3. ДСТУ БВ.2.7-2014:2009. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками. – Чинний від 2010-09-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 35 с.

4. ДСТУ БВ.2.7-224:2009. Бетони. Правила контролю міцності. – Чинний від 2010-09-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 23с.

5. Воробьев В.А. Особенности автоматизации Промышленного производства и использования на строительной площадке товарного бетона / В.А. Воробьев, А.В. Либенко // Известия вузов. Строительство, 2006. – №1. – С. 43-47.

6. Клевцов В.А. Неразрушающий контроль при мониторинге возведения многоэтажных зданий из монолитного железобетона / В.А. Клевцов, М.Г. Коревицкая, Б.Х. Тухтаев // Промышленное и гражданское строительство, 2002. – №9. – С. 34-36.

7. Малинина Л.А. О будущей редакции ГОСТа на бетоны / Л.А. Малинина, С.А. Подмазова // Бетон и железобетон, 2010. – №3. – С. 24-28.

8. Гулунов В.В. Современные методы и средства неразрушающего контроля качества бетонных и железобетонных конструкций / В.В. Гулунов // Бетон и железобетон, 2005. – №4. – С. 19-22.

Стаття надійшла 10.11.2016