

## Дефекты возникающие при возведении монолитных железобетонных конструкций

05.12.2017

С 29 ноября по 1 декабря 2017 года в Центральном выставочном комплексе Экспоцентр в Москве состоялся XIX Международный строительный форум «Цемент. Бетон. Сухие смеси». Центральным событием Форума в этом году была IV Глобальная конференция по химии и технологии бетона «ConLife - 2017». Кроме того, в рамках форума была организована выставка строительного оборудования, в том числе оборудования для контроля качества строительных материалов и железобетонных изделий и конструкций.

По приглашению организаторов форума в этом году участие в нем принял инженер-эксперт отдела обследований и экспертиз несущих и ограждающих конструкций Несветаило В.М., который выступил с в рамках конференции по технологиям бетонных работ с докладом «Дефекты возникающие при возведении монолитных железобетонных конструкций», отвечающим тематике ГБУ ЦЭИИС.



В своем докладе Несветаило В.М. рассказал об общепринятой классификации дефектов, выявляемых при оценке качества поверхности монолитных железобетонных конструкций, а также о методиках их измерения используемых в ГБУ ЦЭИИС. Было отмечено, что в настоящее время ГБУ ЦЭИИС обладает передовым испытательным оборудованием и приборами для проведения необходимых измерений по определению качества поверхности железобетонных конструкций, в том числе монолитных. Анализ результатов по определению качества поверхности железобетонных конструкций за последние два года показал, что в монолитных железобетонных конструкциях около 40% составляют недоуплотнённые участки бетона, около 20% трещины различного характера, около 30% - дефекты рабочих швов бетонирования и около 10% прочие дефекты. В докладе были рассмотрены причины возникновения дефектов в монолитных железобетонных конструкциях и предложены способы снижения дефектности, в том числе за счет введения минеральных добавок и инновационной технологии приготовления бетонных смесей. Докладчиком отмечено, что существенное снижение дефектности монолитных железобетонных конструкций возможно только при обязательном добавлении в бетонные смеси тонкомолотых минеральных компонентов, в том числе по способу предлагаемому автором. В ходе обсуждения доклада Несветаило В.М. участниками конференции более подробно были затронуты вопросы измерения таких дефектов как трещины и недоуплотненные участки бетона.

Из представленных на конференции докладов для нашей организации наибольший интерес представлял доклад начальника испытательной лаборатории ООО «Лентехстрой» Джанашия И.К. «Особенности бетонирования конструкций при отрицательных температурах». В этом докладе основное внимание было уделено правилам оформления исполнительной документации. Был затронут также вопрос определения фактической прочности бетона в момент окончания тепловой обработки.

Кроме участия в конференции Несветаило В.М. была осмотрена выставка строительного оборудования.



На выставке было широко представлено оборудование для приготовления бетонных смесей, а также оборудование для производства тротуарной плитки и других бетонных и железобетонных изделий на заводах сборного железобетона.

Кроме вышеперечисленного в рамках форума Несветайло В.М. принял участие в экскурсии на завод железобетонных конструкций в г. Ивантеевка Московской области. На сегодняшний день завод выпускает фундаментные подушки и блоки, плиты перекрытия, элементы сборно-монолитных каркасов жилых домов, дорожные плиты, элементы ограждений, подкрановые балки и товарный бетон. Были осмотрены технологические линии по производству различных железобетонных изделий и заводская лаборатория. В качестве последнего достижения заводчанами была продемонстрирована инновационная технологическая линия безопалубочного формования высококачественных пустотных плит перекрытий мощностью 300 000 квадратных метров в год.

#### **Классификация и методики выявления дефектов**

По общепринятым представлениям в большинстве случаев дефекты возникают на стадии изготовления железобетонных конструкций и изделий. Необходимо отметить, что узаконенной классификации дефектов железобетонных конструкций и изделий не существует. Тем не менее дефекты железобетонных конструкций и изделий условно можно разделить на поверхностные и внутренние.

Поверхностные дефекты это усадочные трещины, инородные включения, околы ребер, неровности, отсутствие защитного слоя, пустоты и раковины, увлажнение и фильтрация влаги (в зимний период), высолы, масляные и ржавые пятна.

Внутренние дефекты это пустоты образующиеся на арматурном каркасе из-за зависания бетонной смеси при ее быстром загустевании и густом армировании конструкции, недоуплотненные (непровибрированные) участки,

силовые трещины, неправильное расположение швов бетонирования и отсутствие контакта между слоями бетона в швах бетонирования. Раковины на поверхности образуются из-за заземления воздуха при густой консистенции смазки и ее неравномерном нанесении. Недоуплотненные участки образуются из-за недостаточной пластичности бетонной смеси и ее быстрого схватывания. Оголение арматуры образуется из-за неправильной установки опалубки. Усадочные трещины образуются из-за неправильной тепло-влажностной обработки бетона. Отсутствие контакта поверхностей в шве бетонирования обусловлено длительным перерывами при укладке смеси. Неправильное расположение швов бетонирования относительно осей конструкции является следствием нарушения технологии бетонирования.

Проводимые нашей организацией обследования монолитных железобетонных конструкций показали, что в них около 30% составляют недоуплотненные участки бетона, около 20% трещины различного характера и 30% составляют дефекты швов бетонирования. Необходимо отметить, что требования к заводским железобетонным изделиям и монолитным конструкциям с точки зрения качества поверхности достаточно сильно различаются (смотри нижеприведенную таблицу)

Показатели	Изделия (ГОСТ 13015-2012) от А1(глянцевая) до А7 (скрываемые поверхности)	Конструкции (СП 70.13330.2012) от А3(под улучшенную окраску) до А7(скрываемые поверхности)
Категория бетонной поверхности		
Жировые и ржавые пятна	не допускаются	допускаются для категории А7
Диаметр раковин, мм	0-20	4-20
Высота местного напыла, мм	0-5	10-20
Глубина окола на ребре, мм	2-20	5-20
Трещины, раскрытие не более, мм	0,1 - 0,2	0,1 - 0,4
Оголение арматуры	не допускается	
Недоуплотненные участки	не регламентируются	не допускаются
Прочность контакта поверхностей бетона в шве бетонирования	не регламентируются	должна быть обеспечена
Расположение рабочего шва бетонирования	не регламентируется	Поверхность шва должна быть перпендикулярна вертикальной оси конструкций

Наша организация при выявлении дефектов строго придерживается требованиям СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции» и СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции» [1-2]. При этом мы разделяем выявленные дефекты по степени опасности на малозначительные, значительные и критические. По нашему мнению это позволяет делать более достоверные выводы о соответствии обследованных конструкций из монолитного железобетона требованиям проектной и нормативной документации. Из всего многообразия дефектов нами фиксируются и оцениваются следующие дефекты:

- трещины всех видов;
- оголение арматуры;
- пустоты и раковины;
- посторонние включения;
- дефекты швов бетонирования и в том числе их неправильное расположение;
- недоуплотненные участки.

При инструментальном описании дефектов нами используются приборы и оборудование отвечающие требованиям ГОСТ 26433.1-89 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Элементы заводского изготовления». Для измерения ширины раскрытия трещин используется микроскоп с ценой деления 0,02мм. Для измерения глубины трещин используется прибор Пульсар 2.2. Для измерения размеров раковин используется линейка (диаметр) и штангенциркуль(глубина). Для измерения размеров недоуплотненных участков, посторонних включений и оголения арматуры используется рулетка или линейка. Для измерения глубины околос ребер используется угольник.

При обнаружении трещин проводятся измерения ширины их раскрытия. При обнаружении оголенной арматуры, раковин и пустот, недоуплотненных участков и посторонних включений определяются их размеры. Для швов бетонирования фиксируется их положение относительно осей конструкции и отсутствие контакта бетонных поверхностей в шве. В последнее время при инструментальном измерении дефектов нами дополнительно используются ультразвуковые приборы, которые позволяют получить более объективную картину. Измерение глубины трещины например позволяет отнести ее к конструкционной, влияющей на несущую способность конструкции либо к неконструкционной (усадочной). Ультразвуковой метод позволяет также определять наличие или отсутствие контакта слоев бетона в рабочем шве бетонирования и границы недоуплотненных участков бетона. Кроме того для выявления внутренних дефектов (полости различного характера, неправильное расположение арматуры и прочее) мы начали применять ультразвуковой томограф «МИРА».

#### **Причины возникновения дефектов в конструкциях и изделиях**

Современная технология возведения монолитных конструкций предполагает применение бетонных смесей с осадкой конуса 16 - 24 сантиметра. Такие смеси содержат много вовлеченного воздуха, который при контакте с опалубкой остается на ней и после затвердевания бетона и снятия опалубки оставляет на поверхности бетона раковины различного размера. Прилипанию воздушных пузырьков очень способствует густая смазка на поверхности опалубки.

Бетонные смеси с осадкой конуса 16 – 24 сантиметра весьма склонны к расслоению и водоотделению и по этой причине приводят к неравномерному распределению плотности и низкой долговечности монолитных конструкций.

Технология изготовления железобетонных изделий имеет некоторые отличия от технологии возведения конструкций. При этом к железобетонным изделиям традиционно предъявляются более высокие требования к качеству поверхности (см. таблицу). Существует несколько причин ухудшения качества поверхности железобетонных изделий, основными из которых можно признать неравномерное нанесение смазки на поверхность формы, недостаточно эффективное уплотнение бетонной смеси и ее неправильная рецептура. Основным отличием технологии изготовления железобетонных изделий является применение гораздо менее пластичных бетонных смесей - вместо смеси с осадкой конуса 20-24 см применяется смесь с осадкой конуса 4...8 см. Такие смеси содержат гораздо меньше вовлеченного воздуха и при горизонтальном формовании позволяют получать поверхности достаточно высокой категории, вплоть до А1. Однако при кассетном способе производства (вертикальное формование) при любой консистенции смазки происходит защемление воздуха на поверхности формы и неизбежное образование раковин. Кроме того, при интенсивном вибровоздействии, характерном для технологии изготовления железобетонных изделий происходит дополнительное воздухововлечение в бетонную смесь, что также приводит к образованию раковин.

#### **Предложения по совершенствованию методик контроля**

Работа по выявлению дефектов в нашей организации налажена и проводится в плановом порядке. Однако по нашему мнению необходимо продолжать совершенствовать как методики, так и инструменты контроля. После анализа существующих и применяемых нами методик выявления и измерения дефектов хотелось бы предложить следующее:

1. Продолжить уточнение перечня дефектов, которые подлежат выявлению при обследовании изделий и конструкций и их более детальную привязку к классификатору опасности дефектов. В частности, можно было бы ввести дополнительную градацию дефектов по признаку ремонтпригодности, а именно ввести такие категории дефектов как устранимый или неустранимый.
2. При инструментальном определении ширины раскрытия трещин заменить неудобный в строительных условиях микроскоп Бринелля на набор щупов игольчатого типа при обеспечении точности измерений с его помощью на уровне 0,02мм (как у микроскопа).
3. Узаконить определение глубины трещин, поскольку это позволяет отнести выявляемые трещины к усадочным( неглубоким - до 5 % толщины конструкции) или к силовым - глубиной более 5 % толщины конструкции.
4. При наличии раковин оценку качества поверхности железобетонных изделий и конструкций производить только по категориям (А1...А7). Заслуживает также рассмотрения методика оценки качества поверхности, в основу которой положены показатели дифференциальной пористости (средний размер пор и коэффициент вариации их размеров) с ее привязкой к ГОСТ 13015[5].
5. При укладке бетонных смесей в монолитные железобетонные конструкции в обязательном порядке контролировать расплыв конуса и водоотделение бетонных смесей

#### **Предложения по снижению дефектности**

Проблема повышения качества и снижения дефектности монолитных железобетонных конструкций может решаться разными способами. По мнению автора по степени доступности и стоимости эти способы можно расположить в следующем порядке:

1. Нанесение смазки на опалубку только механизированным способом.
2. Использование заполнителей с максимальной крупностью не более 10 мм.
3. Использование цементов содержащих в своем составе более 20% минеральных добавок. Наиболее эффективным в этом плане может быть использование шлакопортландцемента (содержит до 80% молотого доменного шлака).
4. Восстановление консистенции бетонных смесей перед их укладкой в конструкции производить исключительно при помощи дополнительного введения пластификатора.
5. Заказ бетонной смеси на 1 класс выше требуемой. В этом случае за счет повышения содержания цемента его часть будет выполнять роль микрозаполнителя и снизит водоотделение и расслаиваемость бетонных смесей, что в свою очередь снизит дефектность затвердевшего бетона) раковины, недоуплотненные участки и.т.п)
6. При изготовлении бетонных смесей в обязательном порядке вводить тонкомолотый компонент (минеральную добавку). Справка - во многих странах ввод в бетонные смеси тонкомолотых компонентов закреплен на законодательном уровне.

#### **Инновационная технология приготовления бетонных смесей**

Во всем мире считается, что качественные бетонные смеси должны суммарно содержать 500...600 кг (на кубометр) мелкодисперсных компонентов в виде цемента и инертного микрозаполнителя. Однако в России мелкодисперсные компоненты в бетонной смеси составляют 300... 400 кг и представлены только цементом. Это и обуславливает появление дефектов как на поверхности так и внутри монолитных железобетонных конструкций. Общепринятым решением проблемы повышения качества монолитных железобетонных конструкций считается применение самоуплотняющихся бетонных смесей. Однако из-за сложности приготовления и высокой стоимости таких смесей они применяются только в 2-5% случаев. Альтернативой СУБ может служить разработанная автором двухстадийная технология приготовления бетонных смесей[6]. Первая стадия этой технологии предполагает смешивание цемента, минеральной добавки и пластификатора, вторая - смешивание комплексного вяжущего полученного на первой

стадии, а также воды песка и щебня по традиционной технологии с использованием существующего оборудования БСУ. Как показала практика в бетонных смесях, приготовленных по предлагаемой технологии практически отсутствует водоотделение и расслоение хотя они при этом имеют очень пластичную консистенцию (расплыв конуса более 500мм), а качество монолитных железобетонных конструкций получается очень высоким. В предлагаемой технологии на первой стадии может быть использован как смеситель для изготовления сухих смесей, так и шаровая мельница. В случае использования шаровой мельницы происходит повышение марки цемента и соответственно появляется возможность сокращения его расхода. Двухстадийная технология особенно выгодна при изготовлении современных бетонных смесей, содержащих большое количество компонентов (цемент, микронаполнитель, пластификатор, замедлитель или ускоритель твердения, противоморозную добавку, стабилизатор при подводном бетонировании и т.п.).

## **Выводы**

1. Для монолитных конструкций при применении существующей технологии изготовления и укладки бетонных смесей возможно получение категории поверхности не выше А3.
2. Существенное повышение качества и снижение дефектности монолитных железобетонных конструкций возможно только при обязательном добавлении в бетонные смеси микронаполнителей.
3. Радикальное улучшение качества и снижение дефектности монолитных железобетонных конструкций может быть достигнуто при переходе на двухстадийную технологию. При этом отдельное производство микронаполнителей и их ввод в бетонные смеси станет неактуальным.

## Список литературы

1. СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»
2. СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции»
3. СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»
4. ГОСТ 13015-2012 «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования».
5. Грицюк Т.В. Повышение качества лицевых поверхностей железобетонных изделий // ВШШЭСМ, сер.3 "Промышленность сборного железобетона", вып. 6, М., 1990
6. Несветаило В.М. Инновационная технология монолитного строительства // Технологии бетонов, №6, 2014

Несветаило Вячеслав Михайлович

Сотрудник Московского государственного строительного надзора

---

Адрес страницы: <http://ceijs.mos.ru/presscenter/news/detail/7018080.html>

---