



Присяжнюк М. И.



Овсак И. И.

**Присяжнюк М. И.**, к.т.н., доцент,  
доцент кафедры «Міське будівництво та господарство»,  
Одеська державна академія будівництва та архітектури,  
вул. Дідріхсона, 4, м. Одеса, 65029,  
тел.: (097) 745 45 51, (8048) 729-85-65, e-mail: 052305mi@mail.ru

**Овсак И. И.**, аспирант кафедры Строительных конструкций  
Одесской Государственной Академии Строительства и Архитектуры.  
Сертифицированный инженер технического надзора  
«Южной Строительной Компании»,  
г. Одесса, пер. Воронцовский, 6,  
тел.: (048) 725 05 16, e-mail: ovsak@mail.ru

**M. Prisyazhnyuk**, Ph. D., associate Professor,  
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture,  
4, Didrihsona st., Odessa, 65029, Ukraine,  
tel.: (097) 745-45-51, e-mail: 052305mi@mail.ru

**I. Ovsak**, Student of Odessa State Academy of Construction  
and Architecture, building constructions department.  
Certified Engineer Technical Supervision  
«South Building Company»,  
Odessa, Vorontsovsky lane, 6,  
tel.: (048) 725 05 16, e-mail: ovsak@mail.ru

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

### ВДОСКОНАЛЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ З МЕТОЮ ОЦІНКИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ

### IMPROVEMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY FOR THE PURPOSE OF ASSESSMENT QUALITY CONTROL

**Аннотация.** Предложен подход к совершенствованию технологий бетонов с помощью текущего контроля качества в процессе производства изделий. Приведена диаграмма изменений выборочных значений плановых спецификаций и рассмотрена мера их близости к заданным значениям прочности. Современные приемы позволяют сегодня получать композиты на основе ресурсосберегающих технологий. Экспериментально установлена возможность использования эффекта структурированной воды для повышения подвижности растворных и бетонных смесей, для разработки новых ресурсосберегающих технологий при производстве композиционных строительных материалов с применением активации формовочной смеси акформикс.

**Ключевые слова:** активация формовочной смеси, строительные композиты, ресурсосберегающие технологии, энергоэффективность.

**Анотація.** Запропоновано підхід до вдосконалення технологій бетонів за допомогою поточного контролю якості в процесі виробництва виробів. Наведено діаграму змін вибірових значень планових специфікацій і розглянута міра їх близькості до заданих значень міцності. Сучасні прийоми дозволяють сьогодні отримувати композити на основі ресурсозберігаючих технологій. Експериментально встановлено можливість використання ефекту структурованої води для підвищення рухливості розчинних і бетонних сумішей, для розробки нових ресурсозберігаючих технологій при виробництві композиційних будівельних матеріалів із застосуванням активації формульованої суміші акформікс.

**Ключові слова:** активація формульованої суміші, будівельні композити, ресурсозберігаючі технології, енергоефективність.

**Annotation.** An approach to improve the technology of concrete quality control in the manufacturing process of products. A diagram of sample values of the planned specification changes and measure their proximity considered to given values of strength. Modern techniques allow today to obtain composites based on saving technologies. The basic statistical characteristics (performance average of durability and strength coefficient of variation) that are used in controlling strength under current rules to assess quality.

**Keywords:** activation, building composite, structure, statistical characteristics, energy efficiency.

Мероприятия по совершенствованию технологии бетонов может дать серьёзный технико-экономический эффект. Общий подход к текущему контролю качества достаточно простой. В процессе производства проводились выборки изделий заданного объёма. Построены диаграммы изменений выборочных значений плановых спецификаций в этих выборках и рассмотрена мера их близости к заданным значениям. В случае, когда диаграммы обнаруживают наличие тренда выборочных значений или, оказывается, что выборочные значения находятся вне заданных пределов, то считается, что процесс вышел из-под контроля, и делаются необходимые действия для того, чтобы найти причину его разладки, это называют контрольными картами Шухарта (в честь W. A. Shewhart, который общепризнанно считается первым, кто применил на практике описываемые здесь методы анализа) [1-2].

Контрольная карта – это разновидность графика, однако, в отличие от обычного графика на контрольную карту наносят контрольные значения, которые называются пределами регулирования. Эти контрольные значения означают ширину разброса данных, процесса,

который образуется в обычных условиях течения, то есть определяют его естественные пределы.

Контрольная карта позволяет следить по состоянию процесса во времени, и более того, влиять на этот процесс до того, как он выйдет из-под контроля.

Если все точки, которые представляют состояние процесса на контрольной карте, входят в область, ограниченную контрольными пределами, это указывает на то, что процесс протекает в относительно постоянных условиях, то есть процесс стабилен и находится в контролируемом состоянии.

Если значение показателя вышло за эти пределы, то возможны два случая:

1) выпадающее значение – это значение, которое относится к генеральной совокупности, но что выходит за пределы регулирования. В этом случае в технологический процесс вмешиваться не рекомендуется;

2) при изменении входных параметров (режима, начального сырья, оборудования) значения показателя может выйти за пределы регулирования. Следовательно, выпадающее значение относится к другой генеральной совокупности и выход за пределы регулирования не слу-

Таблица 1.

Расчет статистических характеристик  
распределения прочности бетона

№ п/п	Значение прочности, $R_i$	Отклонение от среднего	Квадраты отклонения
1	20	-7,0	49
2	29	2	4
3	28	1	1
4	35	8	64
5	28	1	1
6	16	-11	121
7	31	4	16
8	35	8	64
9	28	1	1
10	30	3	9
11	25	-2	4
12	36	9	81
13	27	0	0
14	14	-13	169
15	15	-12	144
16	30	3	9
17	26	-1	1
18	26	-1	1
Сумма x	479		739

Определяем среднее значение прочности:

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} = \frac{479}{18} = 27 \text{ кг/см}^2 \quad (1)$$

Определяем стандартное отклонение:

$$S = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{739}{18-1}} = 6,6 \text{ кг/см}^2 \quad (2)$$

Определение коэффициента вариации:

$$V = \frac{S}{\bar{R}} \cdot 100\% = \frac{6,6}{27} \cdot 100\% = 24,42\% \quad (3)$$

Определение нижнего контрольного предела:

$$L = \bar{R} - 2 \cdot \sigma = 27 - 2 \cdot 6,6 = 13,8 \text{ кг/см}^2 \quad (4)$$

Определение верхнего контрольного предела:

$$H = \bar{R} + 2 \cdot \sigma = 27 + 2 \cdot 6,6 = 40,2 \text{ кг/см}^2 \quad (5)$$

чаен. В этом случае необходимо исследовать причину нарушения технологического процесса и устранить ее. Если значение выходит за пределы регулирования, а предыдущие значения показателя качества находятся достаточно близко к пределу регулирования, то вполне вероятно, что процесс протекает с систематическими отклонениями. Если предыдущие значения беспорядочно рассеянные между верхним и нижним пределами регулирования, то самое частое отклонение будет случайным.

Основными контрольными картами являются X-карта и R – карта. В контрольных картах по горизонтальной оси откладываются номера соответствующих выборок; по вертикальной оси в случае X-карты отложены выборочные средние исследуемых характеристик, а в случае R- карты – размах соответствующих выборок. Например, в нашем случае выполняются контрольные измерения прочности бетонных образцов. Тогда центральная линия на X- карте будет отвечать прочности, которая используется в качестве стандарт, тогда как центральная линия R- карты будет отвечать приемлемому (то есть что находится в пределах плановой спецификации) размаху прочности в выборках; таким образом, последняя контрольная карта является картой переменчивости процесса (чем больше переменчивость, тем больше диапазон отклонения от стандарта). Кроме центральной линии, на карте обычно присутствуют две дополнительных горизонтальных прямой, что означают верхний и нижний контрольные пределы (ВКМ и НКМ соответственно). Контрольные пределы могут быть заданы как множители сигма (например,  $2 \cdot \sigma$ ), с помощью нормальной или негауссовой вероятности (кривых Джонсона) (например,  $p = 0,01, 0,99$ ) или в виде констант.

Менее распространенными видами карт являются следующие карты [4-6]:

U – карта. В карте строится график относительной частоты дефектов, то есть отношение числа выявленных дефектов к  $n$  – числу проверенных единиц продукции (здесь  $n$  означает, например, объем партии изделий). Эту карту можно использовать при анализе партий разного объема.

Нр – карта. В контрольных картах этого типа строится график для числа дефектов (в партии, в день и др.). Однако, контрольные пределы этой карты рассчитываются на основе биномиального распределения, а не распределения редких событий Пуассона. Поэтому этот тип карт должен использоваться в том случае, когда выявление дефекта не является редким событием (например, когда выявление дефекта происходит больше чем в 5% проверенные единицы продукции). Этой картой можно воспользоваться, например, при контроле числа единиц продукции, которые имеют небольшой брак.

P – карта. В картах этого типа строится график процента выявленных дефектных изделий (в расчете на партию, в день и так далее). График строится так же, как и в случае U – карты. Однако контрольные пределы для этой карты находятся на основе биномиального распределения, а не распределения редких событий. Поэтому P – карта чаще всего используется, когда появление дефекта нельзя считать редким событием (если, например, ожидается, что дефекты будут присутствовать в больше чем 5% общего числа сделанных единиц продукции).

В рамках данной работы необходимо построить X-карту – карту контроля качества прочности бетона (кг/см<sup>2</sup>) по следующим данным представленными в таблице 1.

Для определения центральной линии воспользуемся формулой 1. Стандартное отклонение при построении контрольных карт определяется символом  $\sigma$ ; и определяется с помощью формулы 2.

Определив все необходимые параметры, строим X-карту (рис. 1).

Чем больше коэффициент вариации, тем менее стабильнее является технологический процесс изготовления изделий, то есть тем больше достоверность значительного отклонения прочности от средних значений. И, наоборот, при малом коэффициенте вариации достоверность появления значительных отклонений от среднего имела, и технологический процесс можно считать стабильным.



Рис. 1. Карты контроля качества процессом

Да, при  $V < 5\%$  технология может оцениваться как отличная, при  $V = 5-10\%$  – хороший уровень технологической дисциплины, при  $V = 10-20\%$  удовлетворительный уровень, при  $V > 20\%$  неудовлетворительная (недопустимо расточительная) технология.

Несмотря на то, что на контрольной карте есть точки, которые выходят за границы контрольного предела (14-й результат), можно сделать вывод, что процесс является стабильным, с хорошим уровнем технологической дисциплины и удовлетворительной технологией.

Полагаем, что воздействия кавитации и неионизирующих излучений привели к разрушению реакционных каёмок на слипающихся частях вяжущего [7] и позволили воде провести процессы гидратации.

При проведении опытно-промышленного эксперимента с мелкозернистыми бетонами при одновременном использовании кавитации, была изготовлена установка. Образцы на керамзитовом песке и цементе марки 400 при плотности  $1459 \text{ кг/см}^3$  показали прочность на сжатие  $50,7 \text{ МПа}$ . Учитывая, что бетоны в большом объёме используются в составе железобетонных конструкций, мы прорабатывали возможность замены металла на арматуру из базальтоволкна. Преимущество базальтоволкнистых изделий – возможности для создания целого ряда инновационных конструкций, в частности элементов для защиты, от затопления [3], объёмных блок-комнат и т.д.

### Вывод

Предлагаемые и апробированные новые технологии бетонов на основе смеси акформикс могут обеспечить энергоэффективность, экологичность, жизнеобеспечение, экономичность производства на принципиально новой основе.

В связи с неминуемым колебанием свойств сырья и технологических параметров процесса приготовления и затвердевания бетона в реальных производственных условиях имеют место отклонения прочности бетона от его среднего значения (рис.1).

К числу факторов, которые могут вызывать колебание прочности бетона, можно отнести: колебание активности, нормальной плотности, химического и минералогического состава цемента этой марки; колебание свойств заполнителей; нерегулированные колебания температуры; погрешности дозирования составляющих; ошибки в определении влажности заполнителей и так далее.

Основными статистическими характеристиками, используемыми при контроле прочности соответственно нормам, являясь показатели среднего значения прочности и учёта коэффициента вариации прочности.

В связи с тем, что прочность бетона формируется от одновременного действия большого числа независимых факторов, то она подчиняется нормальному распределению. Технологический процесс изготовления изделий, является менее стабильнее то есть достоверно этим можно объяснить значение отклонения прочности от средних значений и значения коэффициента вариации  $V < 5\%$ . Исходя из полученного коэффициента вариации, равного  $4,42\%$ , можно сделать вывод технология может оцениваться как отличная технология на хорошем уровне технологической дисциплины.

### Рекомендации для стабилизации производства.

При выполнении каждого технологического процесса должны делаться следующие контрольные операции:

- входной контроль употребляемых материалов и элементов комплектующих;
- контроль состояния оборудования, форм, приспособлений, инструментов, приборов;
- операционный контроль качества выполнения технологических операций.

Применение управляемой кавитации для обеспечения высоких показателей прочности на сжатие. Контрольная карта позволяет следить за состоянием процесса во времени, и более того, влиять на этот процесс до того, как он выйдет из-под контроля. Все точки, которые представляют состояние процесса на контрольной карте (рис.1), входят в область, ограниченную контрольными пределами, это указывает на то, что процесс протекает в относительно постоянных условиях, то есть процесс стабилен и находится в контролируемом состоянии. Исходя из вышеприведенных расчетов и построенных графиков, можно сделать вывод об уровне организации производства, процесс протекает с систематическими отклонениями, значения показателя качества находятся достаточно близко к пределу регулирования. Процесс является стабильным, с хорошим уровнем технологической дисциплины.

### Литература:

1. Попов К.Н. Оценка качества строительных материалов / Учебное пособие – М.: Высшей школы, 2004г. – 287 с.
2. Волженский А.В. Гипсовые вяжущие и изделия (технологии, свойства, применение) / А.В. Волженский, А.В. Ферронская – М.: «Стройиздат», 1974 г. – 328 с.
3. Шамис Е.Е. Строительство XXI – системный анализ проблемных ситуаций / Е.Е. Шамис, Н.Г. Цуркану, М.И. Холдаева (и др.). – Кишинёв: «Tehnica-Info», 2011. – 160с.
4. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / . – 2-ое изд. – М.: Финансы и статистика, 1981. – 263 с.
5. Вознесенский В.А., Ляшенко Т.В., Огарков Б.Л. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ. – К.: Выща школа, 1989. – 328 с.
6. Акимов А.Е. Торсионные поля и их экспериментальные проявления / А.Е. Акимов, Г.И. Шипов // Сознание и физическая реальность, Т.1 – №3, 1996. – С.28-43.
7. Зенин С.В. Гидрофобная модель структуры ассоциатов молекул воды. / С.В. Зенин Б.В. Тяглов / Журнал физ. химии. Т. 68, 1994. – с. 634-641.