

На выпуклых же кривых и кривых, имеющих несколько экстремальных точек, имеется две или несколько областей минимальных значений функции  $C$ , одна из которых представляет собой область глобального минимума функции  $C = f(x)$  для заданного интервала изменения аргумента, а другие – локального минимума. Для определения области глобального минимума в этом случае необходимо произвести сравнение значений функции  $C$  при значениях выбираемого параметра, принадлежащих каждой из выявленных областей минимальных значений функции. При изменении функции по выпуклой кривой такое сравнение надо произвести при минимально и максимально возможном значении выбираемого параметра.

Выбрав область глобального минимума функции  $C = f(x)$  можно назначить наиболее экономичные значения  $x$ , из числа заданных в конкретных условиях проектирования таким образом, чтобы эти параметры находились в области глобального минимума функции  $C = f(x)$  или были максимально близкими к ней.

#### ЛИТЕРАТУРА:

- 1 Соболев И. М. Статников Р. Б. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями. – М.: Наука, 1981. – 196 с.
- 2 Романов С. В., Капустин С. В. Разработка и создание автоматизированной системы оптимального проектирования фундаментов каркасных зданий Сб Снижение материалоемкости строительства – Киев: Будивельник, 1983 – с. 102-126
- 3 Бойко Н. В., Кадыров А. С., Харченко В. В. и др. Технология, организация и комплексная механизация свайных работ. – М.: Стройиздат. – 1983 – 303 с
- 4 Инструкция по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительстве. СН 423-71 – М.: Стройиздат – 1972 – 41 с.
- 5 Инструкция по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. СН 509-78 – М.: Стройиздат, 1979 – 109 с.
6. Руководство по выбору проектных решений фундаментов. НИИОСП, НИИЭС ЦНИИ-проект Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1984. – 193 с.

УДК 624.012.46

Чернушкина Д.Н.

Научный руководитель: доцент, к.т.н Сырица Г.В..

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА

В связи с введением метода расчета бетонных и железобетонных конструкций по двум группам предельных состояний, когда свойства материалов, в данном случае бетона, устанавливаются с учетом статистического рассеивания прочности, возникла необходимость перехода от марки бетона к классу бетона по прочности.

Это привело к введению в 1975 г. ГОСТ 18105-86 «Бетон. Правила контроля прочности», который обязывал производителей вести постоянный контроль однородности выпускаемого бетона и бетонировать конструкции проектной марки бетона только в том случае, если фактический коэффициент вариации прочности бетона близок к 13,5 %. При меньшем его значении бетонирование следует производить материалом меньшей прочности, чем марка. При большем его значении прочность отпускаемого бетона должна быть больше марки. При этом в любом случае обеспечиваются расчетные характеристики бетона.

Принципиальное различие перехода от марки бетона к классу состоит в том, что при нормировании марки бетона производители не соблюдали нормативную кубиковую прочность бетона, которую в конечном счете должны были обеспечить, и несмотря на наличие ГОСТ 18105 старались получить только заданную марку. При нормировании

класса бетона (нормативной кубиковой прочности) его средняя прочность (ранее марка), на которую ориентируется состав бетонной смеси, становится ненормируемой. Это свидетельствует о том, что меняется подход к технологии бетонных работ и главным должно быть повышение однородности бетона.

ГОСТ 18105-86 обеспечивает принятые при проектировании конструкций расчетные и нормативные сопротивления бетона при минимальном расходе цемента. Эту цель можно достигнуть при назначении: среднего уровня прочности бетона  $R_u$ , с учетом класса и коэффициента вариации прочности бетона на конкретном технологическом комплексе, в конкретный контролируемый период; проведении периодической коррекции состава бетона, обеспечивающей назначенный средний уровень прочности бетона  $R_u$  и оперативной коррекции состава по данным входного контроля качества используемых материалов, а также операционного контроля параметров технологии, обеспечивающих стабилизацию  $R_u$  и снижение коэффициента вариации прочности бетона  $V_n$ . В настоящее время производственный контроль по указанным параметрам практически не осуществляется, что приводит к существенному перерасходу сырьевых материалов, а следовательно, завышению стоимости продукции. Для доказательства вышеизложенных фактов были проведены исследования по оценке эффективности внедрения статистических методов контроля на производстве с целью:

- уменьшения средней прочности бетона в партии с учетом оптимальных значений коэффициента вариации и связанного с ним сокращения расхода вяжущего;
- обеспечения качества бетонных смесей

Поставленные цели предусматривается реализовать путем решения следующих задач:

1. Выполнить анализ факторов, влияющих на однородность выпускаемой продукции.
2. Выполнить статистическую оценку прочности бетона в существующих производственных условиях, как для отпускной прочности, так и для марочной
3. Определить средний уровень прочности и на основании чего выполнить соответствующие мероприятия по снижению средней прочности
4. По полученным фактическим значениям коэффициента вариации оптимизировать производственные составы и выполнить повторную оценку однородности и по результатам оптимизации произвести оценку экономической эффективности внедрения статистических методов контроля в производство с учетом действующих нормативных документов

В качестве объекта исследования был выбран ОАО «Чернавчицкий завод ЖБИ».

Методика оценки эффективности статистического контроля качества бетона включала выполнение следующих этапов

На первом этапе проводился анализ результатов фактической прочности тяжелого бетона для класса C12/15 и C20/25, полученного в процессе производственного контроля выпускаемой продукции за определенный период времени – месяц. По результатам анализа предполагалось оценить однородность выпускаемой продукции в соответствии с ГОСТ 18105-86 путем определения коэффициента вариации и среднего уровня прочности. Причем на данном этапе предполагалось произвести оценку с применением различных подходов к средней прочности бетона в партии и оценить влияние их на значение коэффициента вариации. Кроме того предполагалось учесть фактор по оценке неопределенности измерений, что также может повлиять на конечное значение результата

На втором этапе были выполнены работы по оптимизации составов выпускаемого бетона с учетом установленного значения коэффициента вариации с целью оптимизации средней прочности выпускаемого бетона и в результате сокращения расхода вяжущего. После чего была проведена повторная оценка статистического контроля. В итоге была получена технико-экономическая эффективность от выполненных мероприятий.

При выполнении расчетов по определению среднего уровня прочности было выявлено его превышение (для класса C12/15 в 1,32 раз, для класса C20/25 в 1,37 раз), что приводит к завышенной прочности и перерасходу цемента

Расчет коэффициента вариации производился (по двум методам оценки средней прочности бетона в партии, по двум наибольшим значениям прочности бетона в партии). Также при расчете коэффициента вариации учитывалась неопределенность измерений. Результаты всех расчетов с учетом всех факторов приведены в таблице

Значение класса	Без учета неопределенности			С учетом неопределенности		
	По трем значениям	По двум наибольшим	В проектном возрасте	По трем значениям	По двум наибольшим	В проектном возрасте
C12/15	0,9	0,8	0,8	1,15	1,0	0,9
C20/25	0,8	0,6	0,9	0,9	0,7	1,0

Анализ полученных результатов показывает, что фактические коэффициенты вариации прочности бетона выпускаемой продукции с учетом различных факторов, составляют 0,6-1,15%, что говорит о достаточно высокой степени однородности выпускаемой продукции и существуют резервы для снижения прочности бетона в партии. При этом следует учесть, что при определении коэффициента вариации более объективным является принятие в расчет среднего значения прочности бетона всех испытываемых образцов и учет неопределенности (погрешности) выполняемых измерений (что является существенным при таких низких значениях коэффициента вариации).

Для обеспечения необходимого уровня прочности были оптимизированы составы бетонов. Информация о составах приведена в таблице

Наименование материалов	Исходные составы, кг на 1м <sup>3</sup>		Оптимизированные составы, кг на 1м <sup>3</sup>	
	C12/15	C20/25	C12/15	C20/25
Цемент	258	400	230	304
Щебень	800	800	768	703
Песок	1200	1200	1230	1234
Вода	120	110	160	173

Экономический эффект по стоимости сырьевых материалов в ценах 1991г составил  
 - для класса C12/15 - 0,95руб/м<sup>3</sup>;  
 - для класса C20/25 4,43руб/м<sup>3</sup>.

Таким образом, в результате статистического контроля прочности бетона получена возможность снижения расхода цемента (для класса C12/15 на 11,2% и для класса C20/25 на 24%).

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. ГОСТ 18105 86 «Бетон Правила контроля прочности».
2. ГОСТ 10180-90 «Методы определения прочности по контрольным образцам»

УДК 006.354.032

Байдимирова Ю.С.

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Сырица Г.В.

#### ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Среди принципов менеджмента качества, на которых основаны стандарты ИСО 9000 версия 2000 года, принцип принятия решения, основанного на фактах, который не представляется реализовать без использования статистических методов.

Статистические методы, т.е. методы, основанные на использовании математической статистики, являются эффективным инструментом сбора, анализа и интерпретации информации о качестве. Применение этих методов, не требуя больших затрат, позволяет с заданной степенью точности и достоверности судить о состоянии исследуемых явлений