

НИИЖБ ГОССТРОЯ СССР

**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО СТАТИСТИЧЕСКОМУ
КОНТРОЛЮ
ПРОЧНОСТИ
И ПЛОТНОСТИ
ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА**

МОСКВА 1984

Госстрой СССР

**Ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт
бетона и железобетона
(НИИБ)**

**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО СТАТИСТИЧЕСКОМУ
КОНТРОЛЮ
ПРОЧНОСТИ И ПЛОТНОСТИ
ЯЧЕЙСТОГО БЕТОНА**

**Утверждены
директором НИИБ
26 августа 1983 г.**

Москва 1984

УДК 666.973.6.017:620.17

Печатается по решению секции технологии бетонов НТС НИИМБ от 24 января 1984 г.

Рекомендации по статистическому контролю прочности и плотности ячеистого бетона. М., НИИМБ Госстроя СССР, 1984, с. 29.

Рекомендации содержат положения по проведению статистического контроля прочности (в дополнение к ГОСТ 18105.5-80 и 18105.1-80) и плотности ячеистого бетона. Даны примеры применительно к порядку проведения статистического контроля с использованием (схема А) и без использования (схема Б) предшествующих показателей.

Предназначены для инженерно-технических работников строительных и заводских лабораторий и ОТК.

Табл. 8.

© Ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт
бетона и железобетона Госстроя СССР,
1984.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящие Рекомендации составлены с целью разъяснения основных положений по проведению контроля прочности (по ГОСТ 18105.0-80 и 18105.1-80) и плотности конструкционного и конструкционно-теплоизоляционного ячеистого бетона автоклавного твердения на цементном или смешанном вяжущем.

Осуществление такого контроля позволяет повысить надежность ячеистобетонных конструкций за счет обеспечения постоянства нормативной прочности бетона при различной однородности показателей его прочности и плотности, а при их высокой однородности - снизить требования к фактической прочности ячеистого бетона и тем самым либо получить экономию вяжущего, либо снизить плотность бетона.

Рекомендации разработаны НИИЖБ Госстроя СССР (кандидаты техн. наук В.В.Макаричев, Т.А.Ухова, инж. Д.Б.Кузнецов) совместно с ЦНИИСК им. В.В.Кучеренко (кандидаты техн.наук Н.И.Левин, Б.А.Новиков).

Все пожелания и предложения по содержанию Рекомендаций просим направлять в НИИЖБ по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6.

Дирекция НИИЖБ

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ИХ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- Партия бетона - контролируемый объем изделий одного вида из бетона одного производственного состава, изготовленных в течение сроков, указанных в п.4.2 настоящих Рекомендаций.
- Анализируемый (базисный) период - период времени, в течение которого определяются статистические характеристики для назначения требуемой прочности бетона на контролируемый период (схема А).
- Контролируемый период - то же, а также период, в течение которого коэффициент вариации прочности бетона определяемый по данным анализируемого (базисного) периода (схема А), принимается постоянным $v = const$.
- Требуемая прочность бетона R^T - минимально допустимые значения средней прочности бетона, устанавливаемые заводской лабораторией в зависимости от коэффициента вариации и числа единичных результатов.
- Средний уровень прочности бетона R_y - средняя прочность бетона, исходя из которой производится подбор состава и которая поддерживается в процессе производства в течение контролируемого периода.
- Нормируемая прочность бетона $R_{норм}$ - прочность бетона, заданная в государственных стандартах или технической документации, утвержденной в установленном порядке (проектная марка, класс).
- Фактическая прочность бетона в партии R_m - прочность бетона, определяемая по результатам испытания контрольных образцов.
- Размах прочности (плотности) бетона W - разность между максимальным и минимальным значениями фактической прочности (плотности) в отдельной серии образцов или в партии изделий.

- Среднеквадратическое отклонение S - показатель однородности прочности и λ и плотности бетона.
- Коэффициент вариации бетона V - относительный показатель однородности прочности (плотности) бетона, %.
- Индексы:
- i - порядковый номер серии образцов;
 - m - то же, партии сборных конструкций за анализируемый или контролируемый период;
 - N - число серий контрольных образцов, характеризующих прочность бетона за анализируемый период.
- Контрольная карта - карта, содержащая графическое изображение статистических данных по R_n , R^T , R_y , $НПГ_R$, $ВПГ_V$, γ_n и $ВПГ_\gamma$ за анализируемый период; единичные показатели прочности и плотности, а также их статистические показатели для партий бетона на протяжении всего контролируемого периода с построением кривых однородности прочности и плотности, коэффициента вариации прочности.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.1. Стабильность таких характеристик ячеистого бетона, как прочность и плотность, зависит главным образом от качества сырья, налаженности оборудования, стабильности технологического процесса и других факторов:

прочность – от стабильности показателей плотности, тонкости помола вяжущего и кремнеземистого компонента, точности дозирования составляющих, режимов автоклавной обработки и т.п.;

плотность – от скорости и температуры гашения извести, точности дозирования порообразователя, вязкости и температуры ячеистобетонной смеси и т.п.

I.2. Систематический контроль показателей прочности и плотности ячеистого бетона осуществляется путем отбора проб, изготовления и испытания контрольных образцов с обработкой результатов методом математической статистики.

I.3. В соответствии с "Руководством по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из ячеистых бетонов" (М., Стройиздат, 1977) основным показателем нормативного сопротивления бетона является его нормативная кубиковая прочность R^H , определяемая по формуле

$$R^H = \bar{R} (1 - 1,64 V_R), \quad (I)$$

где \bar{R} – проектная прочности (марка) бетона на сжатие, МПа, с обеспеченностью 95 %^{*}; V_R – коэффициент вариации прочности бетона.

Примечание. При обеспечении в производственных условиях проектной прочности ячеистого бетона на сжатие различные фактические значения коэффициента вариации V_R приводит к неодинаковой обеспеченности нормативных сопротивлений бетона сжатию: при низких значениях V_R запасы прочности будут излишними, а при высоких они могут быть недостаточными, что в эксплуатационных условиях может привести к аварии (см. прил. I).

I.4. Для обеспечения нормативного сопротивления ячеистого бетона сжатию его среднюю прочность в процессе производства следует принимать в зависимости от значения коэффициента V_R (по ГОСТ 18105.0-80 и 18105.1-80).

* Такая обеспеченность означает, что в 950 случаях из 1000 фактические значения \bar{R} должны быть выше нормативных R^H . Это возможно при условии, что средняя прочность бетона равна проектной, а коэффициент вариации составляет не более 18 %.

1.5. Разброс значений показателя плотности характеризуется коэффициентом вариации V_γ и контролируется в процессе производства.

Предельное значение коэффициента вариации в партии согласно СН 277-80 ("Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона". М., Стройиздат, 1981) и ГОСТ 25485-82 следует принимать равным $V_\gamma = 5\%$.

1.6. Систематический статистический контроль прочности и плотности ячеистого бетона в производственных условиях осуществляется по результатам испытаний серий контрольных образцов для каждой партии изделий, выпущенной за анализируемый период (ГОСТ 18105.1-80), что позволяет назначать требуемую прочность R^T и ее средний уровень R_y на контролируемый период, а также регулировать требуемую плотность γ^T ячеистого бетона.

1.7. Статистический контроль прочности ячеистого бетона производится для партии изделий по двум схемам:

схема А - с использованием результатов контроля партий бетона за предыдущий период;

схема Б - по результатам контроля данной партии.

2. ПОДГОТОВКА К ПЕРЕХОДУ НА СТАТИСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

2.1. Подготовительный период предполагает:

а) анализ однородности фактических значений R и γ для каждого вида изделий;

б) разработку на его основе организационно-технических мероприятий по повышению однородности показателя прочности и плотности;

в) установление числа серий контрольных образцов для одной партии изделий и продолжительности ее изготовления;

г) организацию обучения ИТР лаборатории и ОТК методике проведения статистического контроля, в основу программы которого должны быть положены настоящие Рекомендации, ГОСТ 18105.0-80 - 18105.1-80 и методические разработки*.

2.2. В период подготовки заводской лаборатории и проведению статистического контроля необходимо произвести проверку:

* Богатырев А.А. Методика организации внедрения статистических методов контроля качества продукции на промышленном предприятии (М., 1975).

Шидловский Э., Шорц О. Статистические методы управления качеством. Контрольные карты и планы контроля (М., 1976).

а) оборудования и инструментов, предназначенных для изготовления и испытания контрольных образцов, — на соответствие ГОСТ 10180-78;

б) форм для изготовления контрольных образцов — на соответствие ГОСТ 22685-77;

в) компетентность сотрудников лаборатории и т.д.

2.3. Оценкой готовности лаборатории к проведению статистического контроля является однородность показателей прочности и плотности ячеистого бетона контрольных образцов.

Для оценки однородности анализируемых показателей из лабораторных журналов производят выборку 30 результатов испытаний образцов-близнецов из ячеистого бетона различного состава (армированных или неармированных изделий, различной прочности и плотности).

Серии с выпадающими результатами испытаний^{*} или серии с меньшим и большим числом образцов при подсчетах не учитываются.

Средний внутрисерийный коэффициент вариации определяют по формуле

$$V_c = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{n \cdot d \cdot \bar{x}} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{i \max} - X_{i \min})}{n \cdot d \cdot \bar{x}}, \quad (2)$$

где X_i — соответственно максимальная и минимальная прочность или плотность ячеистого бетона в контрольной серии образцов; n — число серий образцов; W_i — размах значений прочности и плотности в серии; \bar{x} — средняя прочность или плотность ячеистого бетона в серии; d — коэффициент, принимаемый по табл. I равным $d = 1,69$ при $n = 3$.

2.4. Среднее значение коэффициента V_c не должно превышать: для прочности — 5 %, для плотности — 2 %.

2.5. В том случае, когда полученное значение коэффициента V_c выше указанных в п. 2.4 настоящих Рекомендаций, необходимо убедиться, что это не является следствием нарушений, допущенных в лаборатории при испытании контрольных образцов. С целью исключения влияния производственного технологического оборудования на лабораторном оборудовании из производственного состава готовят 3–4 замеса, из которых по принятой технологии изготавливают контрольные неармиро-

^{*} Правила отбраковки выпадающих результатов приведены в приложении 2 ГОСТ 18105.0-80.

большие блоки. Из каждого блока в соответствии с ГОСТ 10180-78 вынимают (высверливают) серию образцов (6-9 шт.) и с учетом результатов их испытаний по формуле (2) вычисляют внутрисерийный коэффициент вариации V_c .

При значениях V_c по прочности более 5 %, а по плотности более 2 %, испытания повторяют с отбором ячеистобетонной смеси из производственного перемешивающего устройства и методом исключений выявляют причины повышенной неоднородности анализируемых показателей.

3. ВЫЧИСЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЧНОСТИ И ПЛОТНОСТИ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИХ ОДНОРОДНОСТИ

3.1. Основными статистическими величинами, на основании которых производится оценка прочности и плотности ячеистого бетона в партии, а также однородности этих показателей являются: среднеарифметические значения x_m , среднеквадратические отклонения s_m и коэффициенты вариации v_m соответственно по прочности и плотности.

3.2. Среднеарифметические значения прочности R_m и плотности ячеистого бетона в партии вычисляют по формуле (3), предварительно исключив выпадающие результаты испытаний (см. п.2.3 настоящих Рекомендаций).

$$x_m = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (3)$$

где x_i - средняя прочность R_i или средняя плотность γ_i образцов ячеистого бетона в серии, принимаемая за единичный результат; n - число серий контрольных образцов (число единичных результатов).

3.3. Среднеквадратическое отклонение показателей прочности и плотности ячеистого бетона s_m в партии рекомендуется определять:

при $n > 6$ - по формуле

$$s_m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_m)^2}{n-1}}; \quad (4)$$

при $n \leq 6$ - по формуле

$$s_m = \frac{W_m}{d}, \quad (5)$$

где W_m - размах значений R и γ в партии; d - коэффициент, зависящий от числа серий контрольных образцов в партии и принимаемый по табл. I.

Таблица I

Число серий контрольных образцов n	2	3	4	5	6
Коэффициент d	1,13	1,69	2,06	2,33	2,50

3.4. Коэффициенты вариации прочности или плотности ячеистого бетона V_m , %, в партии определяют по формуле

$$V_m = \frac{S_m}{x_m} \cdot 100, \quad (6)$$

3.5. Для вычисления среднего уровня прочности на последующий (контролируемый) период R_y следует определить значение межпартионного коэффициента вариации прочности V_{Mn} за предшествующий (анализируемый) период по формуле

$$V_{Mn} = \frac{S_{Mn}}{R_n} \cdot 100, \quad (7)$$

где S_{Mn} - межпартионное среднеквадратическое отклонение, равное

$$S_{Mn} = \sqrt{\frac{\sum_{m=1}^M (R_m - R_n)^2}{M-1}}, \quad (8)$$

где R_n - средняя за анализируемый период прочность бетона, определяемая по формуле

$$R_n = \frac{\sum_{m=1}^M R_m}{M}, \quad (9)$$

где M - число партий образцов за анализируемый период.

3.6. Среднепартионные коэффициенты вариации по прочности или плотности вычисляют по формуле

$$V_n = \frac{\sum_{m=1}^M V_m}{M}. \quad (10)$$

4. НОРМЫ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ КОНТРОЛЯ В АНАЛИЗИРУЕМЫЙ И КОНТРОЛИРУЕМЫЙ ПЕРИОДЫ

4.1. Статистический контроль прочности и плотности ячеистого бетона следует производить отдельно для каждого вида изделий, отличающихся маркой бетона (по прочности или плотности), составом или способом формования.

При этом изделия каждого вида разбивают на партии, объем которых назначают исходя из условия, что в партию входит не менее двух

серий контрольных образцов, выпиленных (высверленных) из разных контрольных изделий или блоков, а также с учетом производительности отделочных линий, площади складов и тому подобных факторов.

4.2. За партию, как правило, принимают объем продукции, выпущенной в течение I или 2-3 сут, максимум в течение I недели.

4.3. При контроле по схеме А число контрольных образцов в каждой партии и серии следует принимать постоянным на протяжении всего контролируемого периода.

4.4. Число партий (продолжительность анализируемого и контролируемого периодов) следует принимать из расчета получения не менее 30 единичных результатов, т.е. испытаний 30 серий контрольных образцов.

5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ И ПЛОТНОСТИ ЯЧЕЙСТОГО БЕТОНА

5.1. Оценка прочности и плотности ячеистого бетона предусматривает установление соответствия фактических значения R и γ нормативам, с учетом фактической однородности показателей.

5.2. Контроль фактической прочности ячеистого бетона производится при передаче изделий на пост отделки или на склад готовой продукции, а плотности - перед приемкой ОТК и отгрузкой потребителю.

5.3. Контроль прочности R и плотности γ производится на одних и тех же контрольных образцах.

5.4. Для назначения величины требуемой прочности ячеистого бетона независимо от принятой схемы контроля вычисляют:

среднеарифметическое значение прочности - по формуле (3);

среднеквадратическое отклонение - по формулам (4) и (5);

коэффициент V_m вариации - по формуле (6).

При контроле по схеме А, кроме того, необходимо определить среднее для всех партий значение:

прочности и плотности бетона - по формуле (9);

коэффициента вариации - по формуле (10).

При контроле по схеме Б коэффициент вариации прочности и плотности определяют для каждой партии бетона в соответствии с полученной величиной V_R , назначают требуемые прочность и плотность для данной партии и решают вопрос о ее приемке.

5.5. Требуемую прочность ячеистого бетона R^T при нормировании ее по маркам рассчитывают по формуле

$$R^T = \frac{R_{\text{норм}} \cdot K_T}{100}, \quad (\text{II})$$

где K_T - коэффициент, принимаемый в зависимости от значения коэффициента вариации и числа серий контрольных образцов (единичных результатов) по табл. 5 и 6 прил. I; $R_{норм}$ - нормируемая прочность ячеистого бетона (марка).

Требуемую прочность ячеистого бетона R^T при нормировании ее по классам (СТ СЭВ 1406-78) рассчитывают по формуле

$$R^T = 1,43 \cdot \frac{K_T}{100} \cdot B, \quad (12)$$

где B - класс бетона по прочности.

6. ПРАВИЛА ПРИЕМКИ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА ПО ПРОЧНОСТИ И ПЛОТНОСТИ

6.1. Партия ячеистого бетона подлежит приемке при условии, что:

а) фактическая прочность бетона в партии R_m не ниже требуемой R^T , а в каждой отдельной серии образцов не ниже $0,7 R_{норм}$, при отклонениях фактической средней плотности от проектных значений не более, указанных в табл. 2.

Таблица 2. Допустимые отклонения средней плотности ячеистого бетона относительно марки

Марка по плотности	Категория качества*	Нормированный коэффициент вариации $V_{норм}$	Допустимые отклонения плотности, кг/м ³ , при n , равном**							
			1	2	3	4	5	10	20	30 и более
600	В	4	47	33	27	23	19	15	11	8
600	I	5	59	41	33	29	24	19	14	10
700	В	4	55	38	32	27	22	18	13	9
700	I	5	69	48	39	34	28	22	17	12
800	В	4	62	44	36	31	25	20	15	10
800	I	5	78	55	45	39	26	25	19	14

* I - первая категория качества; В - то же, высшая.

** При $n = 1$ указанные допуски учитываются для серии образцов, при $n \geq 2$ - для партии, независимо от числа серий контрольных образцов.

б) при контроле партии ограждающих изделий и конструкций допустимые отклонения плотности ячеистого бетона в сторону уменьшения

превышают указанные в табл.4, и данная партия по прочности удовлетворяет требованиям пункта "а";

в) при контроле партии внутренних стеновых панелей по плотности допустимые отклонения в сторону увеличения выше указанных в табл. 2 и данная партия по прочности удовлетворяет требованиям пункта "а".

6.2. Возможность применения конструкций и изделий, прочность и плотность бетона которых не удовлетворяет требованиям п.6.1 настоящих Рекомендаций, должна быть согласована с проектной организацией.

6.3. Данные о контролируемых характеристиках ячеистого бетона записываются в следующем виде: "Фактическая прочность ячеистого бетона изделий соответствует требованиям ГОСТ 18105.1-80 к проектной марке (например, М25, М35 и т.д.), а плотность - требованиям соответствующих стандартов на изделия из автоклавных ячеистых бетонов".

7. НАЗНАЧЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА НА КОНТРОЛИРУЕМЫЙ ПЕРИОД

7.1. Назначение среднего уровня прочности и допусков по плотности ячеистого бетона на контролируемый период производится на основе статистических показателей, полученных за анализируемый период (схема А).

7.2. Средний уровень прочности ячеистого бетона R_y назначается на каждый контролируемый период и определяется по формуле

$$R_y = R^T \cdot K_{мп}, \quad (13)$$

где R^T - требуемая прочность ячеистого бетона за анализируемый период; $K_{мп}$ - коэффициент, учитывающий межпартийную вариацию, и определяемый по табл.3 (см. прил. I к ГОСТ 18105.1-80).

Таблица 3

$V_{мп}$	$K_{мп}$	$V_{мп}$	$K_{мп}$	$V_{мп}$	$K_{мп}$	$V_{мп}$	$K_{мп}$
≤ 5	1,07	8	1,11	11	1,16	14	1,22
6	1,08	9	1,13	12	1,18	15	1,24
7	1,10	10	1,15	13	1,20	16	1,26

7.3. Средняя плотность ячеистого бетона на контролируемый период назначается с учетом следующих требований:

а) среднее (по партиям) значение коэффициента вариации за анализируемый период не должно превышать: для бетона высшей категории качества - $V_n = 4\%$, для первой - $V_n = 5\%$;

б) отклонение средней (по партиям) плотности ячеистого бетона от нормативной за тот же период не должно превышать значений, приведенных в табл. 2.

КОЭФФИЦИЕНТ ТРЕБУЕМОЙ ПРОЧНОСТИ АВТОКЛАВНОГО
ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА ПРИ КОНТРОЛЕ ПО СХЕМАМ А И Б

Таблица 4. Контроль по схеме А.

Коэффициент вариации V_n , %	K_T , % нормируемой прочности, при n , равном						
	1	2	3	4	6	10	30 и более
5	74	73	73	73	72	72	72
6	76	75	75	75	74	74	73
7	79	78	77	77	76	76	75
8	81	80	79	79	78	78	77
9	84	82	81	81	80	80	79
10	87	85	84	83	83	82	81
11	90	87	86	86	84	84	83
12	93	90	89	88	88	87	86
13	96	93	92	91	90	89	88
14	99	96	95	94	93	92	91
15	103	100	98	97	96	95	94
16	107	103	101	100	99	98	97
17	111	107	105	104	103	101	99
18	115	111	109	108	106	105	103
19	120	115	113	111	110	108	106
20	125	119	117	116	114	112	110
21	130	124	122	120	118	116	114
22	Область	129	126	125	123	121	118
23	недопустимых значений			130	128	126	123
24	вариации					131	128

Таблица 5. Контроль по схеме Б

Коэффициент вариации V_n , %	K_T , % нормируемой прочности, при n , равном								
	2	3	4	6	10	15	30	50	100 и более
5	82	77	76	74	73	73	72	72	72
6	86	80	79	77	76	75	74	74	73
7	92	84	82	80	78	77	76	76	75
8	98	88	85	82	81	80	78	78	77
9	105	92	89	85	83	82	81	80	79
10	113	97	93	89	86	85	83	82	82
11	122	103	97	92	89	87	86	85	84
12		109	102	96	92	91	88	97	86
13		115	107	101	96	94	91	90	89
14		123	113	105	100	97	94	93	92
15			119	110	104	101	98	96	95
16			127	116	109	105	101	99	98
17				122	114	109	105	100	101
18				129	119	114	109	107	105
19					125	119	113	111	108
20						125	118	115	112
21							124	120	117
22							129	125	122
23									127

**ПРИМЕРЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПРОЧНОСТИ И ПЛОТНОСТИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ (СХЕМА А) И БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ (СХЕМА Б)
ПРЕДШЕСТВУЮЩИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

Контроль по схеме А.

Пример I. Вычислить статистические показатели прочности и плотности ячеистого бетона, определить требуемую прочность R^T бетона и определить средний уровень прочности бетона R_y на последующий контролируемый период.

На заводе по агрегатно-поточной технологии в течение длительного времени изготавливаются стеновые панели для жилищного строительства (ГОСТ 11118-73) из ячеистого бетона марки по прочности М35, по плотности Пд 700. Технологическая линия работает в 3 смены 5 дней в неделю. Контроль качества осуществляется путем испытаний одной серии контрольных образцов в смену, т.е. в течение 1 сут получают три единичных результата по прочности и плотности, что соответствует объему 1 партии.

В табл.6 приведены данные испытаний в лаборатории завода контрольных образцов за июнь месяц 1982 г.

По результатам определения прочности при сжатии газобетона отдельных образцов подсчитываем среднее значение прочности в серии R_i , предварительно в соответствии с ГОСТ 10180-78 исключив выпадающие результаты испытаний. При статистической обработке результатов испытаний значения R_i принимаем за единичные.

В табл.7 приведены значения средней прочности R_i и плотности γ_i газобетона в серии, а также прочности R_m и плотности γ_m газобетона в партии, определяемые по формуле (3).

Контроль прочности и плотности ячеистого бетона в партии осуществляем на одних и тех же образцах.

Фактические значения прочности бетона в партии R_m сравниваем с нормируемой величиной требуемой прочности R^T , вычисленной с использованием показателей однородности результатов контроля предыдущих партий (за май 1982 г.). На контролируемый период $R^T = 2,9$ МПа.

Таблица 6. Прочность и плотность ячеистого бетона за июнь 1982 г.
(выписка из лабораторного журнала)

Дата	Сме- на	R_i , МПа	γ_i , кг/м ³	Дата	Сме- на	R_i , МПа	γ_i , кг/м ³
1/УІ	І	3,7	665	15/УІ	І	3,7	632
	2	3,6	661		2	3,4	628
	3	3,7	613		3	4,7	690
2/УІ	І	4,1	646	16/УІ	І	3,7	626
	2	3,8	638		2	3,1	661
	3	3,7	637		3	4,5	616
3/УІ	І	3,7	671	22/УІ	І	3,7	675
	2	3,7	677		2	4,1	704
	3	2,1	657		3	-	-
4/УІ	І	3,6	637	23/УІ	І	-	-
	2	4,1	670		2	4,5	721
	3	3,8	697		3	4,1	704
7/УІ	І	4,2	723	24/УІ	І	3,9	692
	2	3,9	696		2	4,0	676
	3	3,7	718		3	4,1	703
8/УІ	І	3,7	682	25/УІ	І	3,9	676
	2	3,7	709		2	3,8	684
	3	3,7	749		3	4,0	692
9/УІ	І	3,7	665	28/УІ	І	3,6	654
	2	3,6	722		2	-	-
	3	3,7	645		3	3,8	644
10/УІ	І	4,0	631	29/УІ	І	3,7	638
	2	3,5	674		2	3,8	646
	3	2,7	638		3	3,7	641
11/УІ	І	3,0	654	30/УІ	І	3,7	684
	2	2,8	622		2	3,6	666
	3	2,9	606		3	3,8	674
14/УІ	І	3,8	622	-	-	-	-
	2	4,3	639	-	-	-	-
	3	3,8	619	-	-	-	-

Примечание. 17-го, 18-го, 21-го и 26-го июня по техническим причинам изделия не выпускались.

Таблица 7. Результаты статистической обработки показателей прочности и плотности ячеистого бетона

№ партии	R_i , МПа	R_m , МПа	S_m , МПа	V_m , %	γ_i , кг/м ³	γ_m , кг/м ³	S_m , кг/м ³	V_m , %
I	2	3	4	5	6	7	8	9
I	3,7 3,6 3,7	3,7	0,059	1,6	655 661 612	643	28,4	4,4
2	4,1 3,8 3,7	3,9	0,257	6,1	646 638 637	640	5,3	0,8
3	3,7 3,7 2,1 ^ж	3,7	0	0	671 677 607 ^ж	674	5,3	0,8
4	3,6 4,1 3,8	3,8	0,296	7,8	637 670 697	668	35,6	5,3
5	4,2 3,9 3,7	3,9	0,296	7,6	723 696 718	712	16,0	2,2
6	3,7 3,7 3,7	3,7	0	0	682 709 749	713	39,6	5,6
7	3,7 3,6 3,7	3,7	0,059	1,6	665 722 645	677	45,5	6,7
8	4,0 3,5 2,7	3,4	0,769	22,6	631 674 638	646	25,4	3,9
9	3,0 2,8 2,9	2,9	0,118	4,1	657 622 606	628	30,2	4,8
10	3,8 4,0 3,8	4,0	0,296	7,4	633 639 619	627	11,8	1,9
11	3,7 3,4 4,7	3,9	0,769	19,7	632 628 690	650	36,7	5,6

Продолжение табл.7

I	2	3	4	5	6	7	8	9
12	3,7 3,1 4,5	3,8	0,828	21,8	626 661 616	634	26,6	4,2
13	3,2 3,7 3,9	3,6	0,118	3,4	671 682 679	677	6,5	1,0
14	3,8 4,0 -	3,9	0,177	4,5	662 682 -	677	8,1	1,2
15	3,4 3,7 3,4	3,5	0,177	5,1	613 635 641	630	24,8	3,9
16	3,7 4,1 -	3,9	0,354	9,1	675 704 -	690	25,7	2,5
17	- 4,5 4,1	4,3	0,354	8,2	- 731 704	713	15,1	2,1
18	3,9 4,0 4,1	4,0	0,118	3,0	692 676 703	690	16,0	2,3
19	3,9 3,8 4,0	3,9	0,118	3,0	676 684 692	684	10,0	1,5
20	3,6 - 3,8	3,7	0,177	4,8	654 - 644	649	8,9	1,3
21	3,7 3,8 3,7	3,7	0,059	1,6	638 646 641	642	4,7	0,7
22	3,7 3,5 3,8	3,7	0,177	4,8	684 666 674	675	10,6	1,6
Сумма		82,5		147,8		14622		63,8

* Выпадающий результат

Все партии изделий из газобетона подлежат приемке, так как фактическая прочность газобетона в каждой партии выше требуемой прочности $R_m > R^T$, прочность каждой отдельной серии образцов газобетона R_i не ниже $0,7 R_{норм}$, т.е. $R_i \geq 0,7 R_{норм} = 0,7 \cdot 3,5 = 2,45$ МПа; при этом допустимая величина отклонения плотности в отдельных сериях (при нормативной плотности $\gamma = 700$ кг/м³) ячеистого бетона высшей категории качества не должна превышать 55 кг/м³, а в партиях, состоящих из 3-х серий контрольных образцов, — не более 32 кг/м³.

По данным табл.7 ни в одной серии и ни в одной партии контрольных образцов плотность ячеистого бетона не превышает указанных допусков.

Статистический контроль включает определение следующих показателей:

а) средней прочности контрольных образцов за анализируемый период — по формуле (9)

$$R_n = \frac{82,5}{22} = 3,75 \text{ МПа} \approx 3,8 \text{ МПа};$$

б) среднепартиционного коэффициента вариации прочности — по формуле (10)

$$V_{PR} = \frac{147,8}{22} = 6,7 \%;$$

в) среднепартиционной плотности ячеистого бетона — по формуле (9)

$$\gamma_n = \frac{14622}{22} = 665 \text{ кг/м}^3;$$

г) среднепартиционного коэффициента вариации плотности — по формуле (10)

$$\gamma_{n\gamma} = \frac{63,8}{22} = 2,9 \%.$$

Результаты расчета средней по партиям прочности и плотности сравниваем с соответствующими нормативными показателями ГОСТ 25485-82, а также с проектными данными.

На основании результатов расчета выпускаемый на данном заводе ячеистый бетон соответствует маркам: по прочности — М35; по плотности — Пд 700, а по показателям однородности ($V_{PR} = 6,7 \% < 12 \%$ и $\gamma_{n\gamma} = 2,9 \% < 5 \%$) относятся к высшей категории качества.

Таким образом, в результате расчета получены статистические показатели, необходимые для назначения требуемой прочности R^T и ее среднего уровня R_y на контролируемый период.

Требуемую прочность бетона R^T рассчитываем по формуле (II), принимая значение коэффициента K_T по табл.4. Для среднего по партиям коэффициента вариации, в данном случае равного $V_n = 6,7\%$ (при $n = 66$), $K_T = 76\%$.

Следовательно,

$$R^T = 76/100 \cdot 3,5 = 2,66 \approx 2,7 \text{ МПа.}$$

Средний уровень прочности газобетона R_y , назначаемый на каждый контролируемый период, определяем по формуле (I3).

Для подсчета коэффициента $V_{мп}$ за анализируемый период находим:

а) среднеквадратическое отклонение $S_{мп}$ - по формуле (8)

$$S_{мп} = \sqrt{\frac{(3,7-3,8)^2 + (3,9-3,8)^2 + \dots + (3,7-3,8)^2 + (3,7-3,8)^2}{22 - 1}} =$$

$$= \sqrt{\frac{16,8}{21}} = 0,0283 \text{ МПа;}$$

б) коэффициент $V_{мп}$ - по формуле (7)

$$V_{мп} = \frac{0,0283}{3,8} \cdot 100 = 8,4\%.$$

При $V_{мп} = 8,4\%$ коэффициент $K_{мп} = 1,04$, средний уровень прочности газобетона $R_y = 2,7 \cdot 1,04 = 2,98 \approx 3 \text{ МПа.}$

Поскольку $R_n = 3,7 \text{ МПа}$, т.е. значительно выше среднего уровня $R_y = 3,0 \text{ МПа}$ на контролируемый период никакого регулирования отпускной прочности газобетона, связанного с изменением его состава и технологии изготовления, не требуется.

Средняя по партиям плотность за анализируемый период составила 665 кг/м^3 , а средний по партиям коэффициент вариации $V_{пy}$ составил $2,9\%$, и по данным табл.7 ни в одной серии (за исключением одной в партии № 6) и ни в одной партии контрольных образцов плотность ячеистого бетона не превышает нормируемых допусков. Следовательно, составы и технологические параметры, при которых за анализируемый период средняя по партиям плотность составила 665 кг/м^3 , рекомендуется сохранить на последующий контролируемый период.

Контроль по схеме Б.

Пример 2. Вычислить статистические показатели прочности и плотности газобетона, требуемую прочность и принять решение о возможности приемки или выбраковки данной партии изделий.

На заводе ячеистого бетона производится освоение новой номенклатуры крупноразмерных изделий из ячеистого бетона, поэтому статистический контроль по схеме А невозможен и контроль должен осуществляться по схеме Б. Завод работает в I смену по 5 дней в неделю.

Изготовление и испытание контрольных образцов производится в соответствии с ГОСТ 10180-78. За I смену изготавливают I серию из 3 контрольных образцов.

В табл.8 приведены данные испытаний лабораторией контрольных образцов за январь, а также значения средней прочности (R_i) и плотности (γ_i) в серии, значения средней прочности (R_m) и плотности (γ_m) газобетона в партии, определяемые по формуле (3).

За партию принимают недельный выпуск изделий.

Для каждой партии газобетона вычислены также и приведены в табл.8 значения среднеквадратического отклонения прочности и плотности по формуле (5), значения коэффициентов вариации V_m , вычисленные по формуле (6).

Для назначения требуемой прочности газобетона в партии используют значение коэффициента вариации, рассчитанное по результатам испытания контрольных образцов принимаемой партии.

Значения требуемой прочности, определенные по формуле (II), для каждой партии бетона приведены в табл.8.

По табл.2 определяют допустимые отклонения плотности газобетона. По данным R_m , R^T , γ_m и $\gamma_{доп}$ производят приемку партий изделий. В нашем примере партии изделий от I0-I4.0I бракуют, так как $R_m = 3,4 < R^T = 3,5$.

ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ

С целью оперативного корректирования состава бетона или технологических параметров необходимо проводить текущий контроль прочности и плотности ячеистого бетона с помощью соответствующих контрольных карт.

1.1. Контрольная карта прочности делится на 3 зоны:

график прочности;

график партионной вариации;

таблица статистических характеристик бетона по партиям.

На график прочности наносят три горизонтальные линии: две сплошные, одна из которых соответствует требуемой прочности бетона в партиях R^T за анализируемый период, другая — среднему уровню прочности, принимаемому за контролируемый период R_y , и одну пунктирную, которая служит нижней (предупредительной) границей $НПГ_R$. Численное значение $НПГ_R$ определяется по формуле (14)

$$НПГ_R = R_y - 1,43 \cdot S_{мп} . \quad (14)$$

На график коэффициента вариации V_m наносят одну сплошную линию, соответствующую среднему значению V_n (по данным анализируемого периода) и одну — пунктирную, соответствующую его верхней предупредительной границе $ВПГ_V$. Численное значение $ВПГ_V$ определяется по формуле (15)

$$ВПГ_V = V_n \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{1}{n-1}} \right) . \quad (15)$$

В таблицу статистических характеристик вносят дату и номер партии, среднеарифметические значения прочности бетона в серии R_i и партии R_m , размах значений прочности в партии W , коэффициент вариации прочности в партии V_m .

При постоянных характеристиках качества сырьевых материалов, полуфабрикатов и нормальном течении технологического процесса точки на графиках прочности и коэффициента вариации должны располагаться равномерно относительно линий R_y и V_n . При этом точки, характеризующие прочность и коэффициент ее вариации в отдельных партиях, не должны выходить за пределы линий $НПГ_R$ и $ВПГ_V$.

На практике же такие отклонения неизбежны, что требует принятия необходимых мер по их стабилизации.

Характерные случаи отклонений и рекомендации по их стабилизации

1. Фактическое значение прочности в партии R_m лежит за пределами линии НПГ_R или R^T . Необходимо выяснить, был ли в предшествующих 9 партиях хотя бы еще один такой случай, и если был, то следует выявить, проанализировать возможные причины отклонений и устранить их.

2. В интервал между линиями НПГ_R и R^T попало подряд два значения фактической прочности. В этом случае следует:

либо произвести корректировку состава ячеистого бетона с целью повышения его прочности;

либо повысить его плотность и, одновременно, устранить причины, вызвавшие падение прочности.

В дальнейшем, при стабильном повышении прочности в партиях относительно среднего уровня R_y следует возвратиться к прежнему составу бетона.

3. Фактическая прочность бетона в отдельной серии меньше $0,7 R_{\text{норм}}$. Тогда:

а) если в предыдущих 9 партиях этого не наблюдалось, партию бетона бракуют (без вмешательства в технологический процесс);

б) если в предыдущих 9 партиях был еще хотя бы один такой случай, следует либо изменить состав бетона, либо повысить его плотность с выяснением и устранением причин.

4. Очередная точка, характеризующая вариацию прочности в партии, лежит выше границы ВПГ_V . Тогда:

а) если подряд четыре предыдущих точки легли выше линии V_n , то следует сократить контролируемый период наполовину (или без перерыва, если этот срок не истек), откорректировать состав в сторону повышения прочности, установить и устранить причины отклонений;

б) то же самое необходимо сделать, если 3 точки из последних 10 легли выше линии ВПГ_V .

1.2. Контрольная карта плотности делится на 2 зоны: график плотности и таблицу статистических характеристик плотности бетона по партиям.

На график плотности наносят одну сплошную горизонтальную линию, соответствующую средней плотности бетона в партиях за анализируемый период и одну или две пунктирные линии, соответствующие верхней ВПГ_V или нижней НПГ_V границе плотности, определяемой либо по табл. 4, либо по формуле

$$ВПГ_{\gamma} \text{ (или НПГ}_{\gamma}) = \gamma_{норм} \cdot \left(1 \pm \frac{\varepsilon_{\gamma}}{100 \sqrt{n}} \right), \quad (16)$$

где ε_{γ} - допустимое отклонение плотности, определяемое по формуле

$$\varepsilon_{\gamma} = t \cdot V_{п} \gamma_{норм} \quad (17)$$

В формуле (17) t - коэффициент Стьюдента, принимаемый при обеспеченности 95 % равным $t = 1,96$; $V_{п} \gamma_{норм}$ - нормативный коэффициент вариации плотности бетона, принимаемый равным: для бетона высшей категории качества $V_{п} \gamma_{норм} = 4 \%$; для бетона первой категории - $V_{п} \gamma_{норм} = 5 \%$.

Характерные случаи отклонений и рекомендации по их стабилизации.

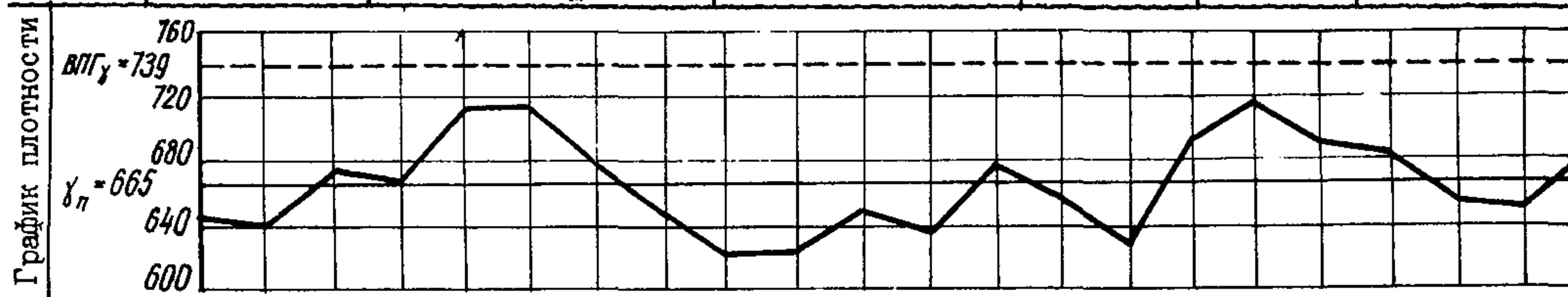
1. Две точки подряд легли выше $ВПГ_{\gamma}$ или ниже $НПГ_{\gamma}$. Необходимо проанализировать причины отклонений и внести соответствующие коррективы либо в состав бетона, либо в технологию.

2. Три точки подряд легли выше линии $ВПГ_{\gamma}$ или ниже линии $НПГ_{\gamma}$. Необходимо откорректировать состав бетона, исходя из обеспечения фактической прочности.

1.3. Данные контрольных карт являются исходными для анализа и назначения среднего уровня прочности R_y , плотности $\gamma_{ср}$ и среднего партионного коэффициента вариации $V_{п}$ на контролируемый период.

КОНТРОЛЬНАЯ КАРТА ПЛОТНОСТИ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА

Предприятие	Контролируемый комплекс	Изделия (наименование, марка)	Карта плотности бетона	Статистические характеристики на контролируемый период		
				$\gamma_n, \text{кг/м}^3$	$V_n, \%$	$ВПГ_\gamma, \text{кг/м}^3$
Березниковский завод КИД	цех № I, технологический поток	стенные панели из газобетона, $\gamma = 700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	фактическая плотность за май 1982	665	4,0	739



Дата	№ партия																						
		I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
γ_{i1}		655	646	671	637	723	682	665	631	657	622	632	626	671	662	613	675	-	692	676	654	638	684
γ_{i2}		661	638	677	670	696	709	722	674	622	639	628	601	682	653	636	704	721	676	684	-	646	666
γ_{i3}		613	637	651	697	718	749	645	638	606	619	690	616	679	-	641	-	704	703	692	644	641	674
γ_m		643	640	674	668	712	713	677	648	628	627	650	634	677	658	630	690	713	690	684	649	642	675
W		48	9	6	60	27	67	77	43	51	20	62	45	11	9	28	29	17	27	16	10	8	18
V_m		4,4	0,8	0,8	5,3	2,2	5,6	6,7	3,9	4,8	1,9	5,6	4,2	1,0	1,2	2,6	2,5	2,1	2,3	1,4	0,9	0,7	1,6

$$\gamma_n = \sum_{m=1}^M \frac{\gamma_m}{M} = \frac{14622}{22} = 665 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}; \quad V_n = \sum_{m=1}^M \frac{V_m}{M} = \frac{62,5}{22} = 2,8 \%; \quad ВПГ_\gamma = \gamma_{\text{норм}} \left(1 + \frac{\epsilon_\gamma}{100 \sqrt{M}}\right) = 700 \cdot \left(1 + \frac{7,84}{100 \sqrt{3}}\right) = 732 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3};$$

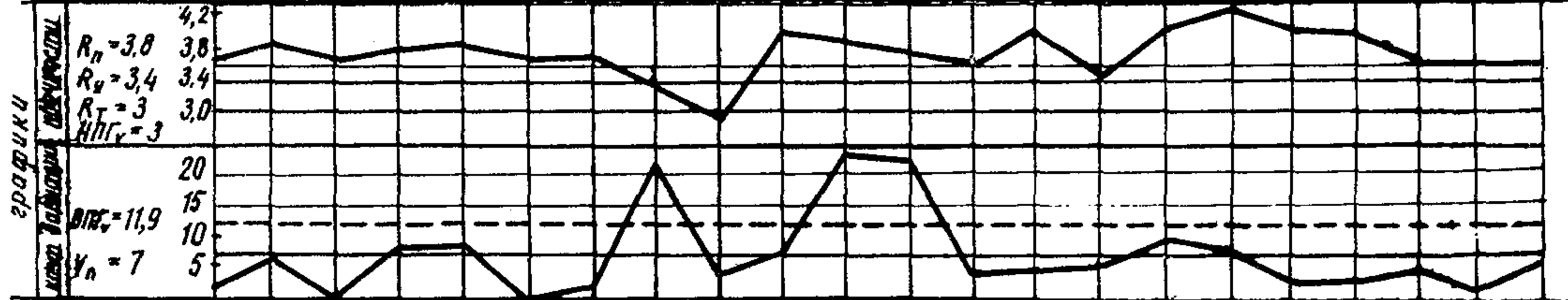
$$\epsilon_\gamma = t \cdot V_{\text{норм}} = 1,96 \cdot 4 = 7,84.$$

Примечание. Контрольные показатели за май будут служить граничными в графике на июнь

КОНТРОЛЬНАЯ КАРТА ПРОЧНОСТИ ЯЧЕЙСТОГО БЕТОНА

Продолжение прил. 3

Предприя- тие	Контролируемый комплекс	Изделия (наимено- вание, марка)	Карта прочности бетона	Статистические характеристики на контролируемый период					
				V_n , %	R^T , МПа	R_y , МПа	$НПГ_R$, МПа	$ВПГ_V$, %	$V_{мп}$, %
Березни- ковский завода КЦД	цех № I, техно- логический по- ток	стеновые панели из газобетона марки М35	фактическая проч- ность за май 1982г.	7,0	3,0	3,4	3,0	11,9	8,0



Дата № пар- тии																						
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
R_1	3,7	4,1	3,7	3,6	4,2	3,7	3,7	4,0	3,0	3,8	3,7	3,7	3,5	3,8	3,4	3,7	-	3,9	3,9	3,6	3,7	3,7
R_2	3,6	3,8	3,7	4,1	3,9	3,7	3,6	3,5	2,8	4,3	3,4	3,1	3,7	4,0	3,7	4,1	4,5	4,0	3,8	-	3,8	3,5
R_3	3,7	3,7	2,1*	3,8	3,7	3,7	3,7	2,7	2,9	3,8	4,7	4,5	3,6	-	3,4	-	4,1	4,1	4,0	3,8	3,7	3,8
R_m	3,7	3,9	3,7	3,8	3,9	3,7	3,7	3,4	2,9	4,0	3,9	3,8	3,6	3,9	3,5	3,9	4,3	4,0	3,9	3,7	3,7	3,7
W	0,1	0,4	0	0,5	0,5	0	0,1	1,3	0,2	0,5	1,3	1,4	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3
V_m	1,6	6,1	0	7,8	7,8	0	1,6	22,6	4,1	7,4	22,7	21,8	3,4	4,5	5,1	9,1	8,2	3,0	3,0	4,8	1,6	4,8

$$R_n = \sum_{m=1}^M \frac{R_m}{M} = \frac{82,5}{22} = 3,75 \approx 3,8 \text{ МПа}; \quad V_n = \sum_{m=1}^M \frac{V_m}{M} = \frac{147,8}{22} = 6,7 \%; \quad R^T = \frac{K_T}{100} \cdot R_{норм} = \frac{76}{100} \cdot 3,5 = 2,66 \approx 2,7 \text{ МПа}.$$

$$S_{мп} = \sqrt{\frac{\sum_{m=1}^M (R_m - R_n)^2}{m-1}} = \sqrt{\frac{(3,7-3,8)^2 + (3,9-3,8)^2 + \dots + (3,7-3,8)^2}{22-1}} = \sqrt{\frac{16,8}{21}} = 0,283 \text{ МПа}; \quad V_{мп} = \frac{S_{мп}}{R_n} \cdot 100 = \frac{0,283}{3,8} \cdot 100 \approx 7,4 \%;$$

$$R_y = K_{мп} \cdot R^T = 1,104 \cdot 2,7 = 2,98 \approx 3,0 \text{ МПа}; \quad НПГ_R = R_y - 1,43 \cdot S_{мп} = 3,0 - 1,43 \cdot 0,283 = 2,6 \text{ МПа}; \quad ВПГ_V = V_n \cdot (1 + \sqrt{\frac{1}{n-1}}) = 6,7 \cdot (1 + \sqrt{\frac{1}{3-1}}) = 11,4 \%$$

Примечание. Контрольные показатели за май будут служить граничными в графике на июнь.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Основные термины и их условные обозначения	4
1. Общие положения	6
2. Подготовка к переходу на статистический контроль	7
3. Вычисление показателей прочности и плотности ячеистого бетона и показателей их однородности	9
4. Норма и продолжительность контроля в анализируемый и контролируемый периоды	10
5. Контроль и оценка прочности и плотности ячеистого бетона	11
6. Правила приемки ячеистого бетона по прочности и плотности	12
7. Назначение статистических характеристик ячеистого бетона на контролируемый период	13
Приложение 1. Коэффициенты требуемой прочности автоклавного ячеистого бетона при контроле по схемам А и Б	15
Приложение 2. Примеры статистического контроля прочности и плотности с использованием (схема А) и без использования (схема Б) предшествующих показателей	17
Приложение 3. Текущий контроль	25

**Рекомендации по статистическому контролю прочности
и плотности ячеистого бетона**

Отдел научно-технической информации НИИИБ Госстроя СССР
109389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6.

Редакторы А.А.Фоломеев и Т.В.Филиппова

Л- 95009 Подписано к печати 6/УШ-84 Заказ 1169
Формат 60х64/16 Усл.кр.отт.- 1,7 Т - 500 экз. Цена 26 коп.

Типография ПЭМ ВНИИС Госстроя СССР
121471, Москва, Можайское шоссе, д.25