

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»

Кафедра строительного производства и экспертизы недвижимости

Составители
В. Н. Гилязидинов, Т. Н. Санталова

ТЕХНОЛОГИЯ МОНОЛИТНОГО И СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Методические указания к контрольной работе
для заочной формы обучения

Рекомендовано учебно-методической комиссией направления
подготовки 08.03.01 «Строительство» в качестве электронного издания
для самостоятельной работы

Кемерово 2017

Рецензенты

Рудковская Н. Ю. – доцент кафедры строительного производства и экспертизы недвижимости

Покатилов А. В. – председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»

Гилязидинов Виктор Николаевич

Санталова Татьяна Николаевна

Технология монолитного и сборного железобетона: методические указания к контрольной работе [Электронный ресурс]: для студентов направления подготовки 08.03.01 «Строительство» профиль «Промышленное и гражданское строительство» заочной формы обучения / сост.: В. Н. Гилязидинов, Т. Н. Санталова; КузГТУ. – Кемерово, 2017. – Систем. требования: PentiumIV; ОЗУ 8 Мб; Windows XP ; мышь. – Загл. с экрана.

Содержат цель и задачи дисциплины, методические указания к выполнению контрольной работы с выбором номера варианта.

© КузГТУ, 2017
© Гилязидинов В. Н.,
© Санталова Т. Н.,
составление, 2017

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

1.1. Цель преподавания дисциплины связана с необходимостью приобретения студентами знаний:

– о прогрессивных методах ведения работ при возведении монолитных бетонных и железобетонных конструкций зданий и сооружений на базе комплексной механизации и автоматизации процессов, достижений науки и техника в области интенсивных технологий, направленных на повышение эффективности, качества работ, снижение трудовых и энергетических затрат, а также сроков возведения объектов;

– о современных способах производства сборных железобетонных конструкций, используемых для возведения зданий и сооружений, в заводских условиях и на полигонах.

1.2. Задачи изучения дисциплины связаны с изложением необходимых сведений о технологических процессах, комплектах машин, механизмов, оборудования, опалубки, инвентаря, инструментов и приспособлений, для возведения монолитных бетонных и для производства сборных железобетонных конструкций. Студент должен приобрести необходимые знания по разработке технических решений бетонирования конструкций в зимних условиях с учетом обоснования эффективности способов, на основе результатов расчетов режимов термообработки бетона и сравнения определяющих показателей эффективности используемых вариантов технологии, навыки обоснованно и рационально разрабатывать проектно-технологические решения по возведению монолитных бетонных и железобетонных конструкций, выбирать способы изготовления сборных железобетонных конструкций с применением высокопроизводительных средств механизации и автоматизации производства, с учетом достижения высоких технико-экономических показателей.

2. ПОРЯДОК РАБОТЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Студенты заочной формы обучения изучают дисциплину в 9 семестре.

Студенты, обучающиеся по сокращенным программам, изучают дисциплину в последующем учебном семестре; в седьмом – для обучающихся четыре года.

Изучение дисциплины следует начинать с освоения теоретического материала, изложенного в рекомендуемой литературе. Источником информации могут служить специальные журналы, интернет-сайты, нормативная литература.

До начала сессии необходимо выполнить контрольную работу и сдать ее на проверку преподавателю. Методические указания к выполнению контрольной работы приведены в разделе 5 настоящих методических указаний.

В период экзаменационной сессии проводятся лекционные и практические занятия по курсу. По окончании изучения дисциплины студенты сдают экзамен. Примерный перечень контрольных вопросов приведен в разделе 4.

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование тем, их содержания и источник информации

№ п/п	Наименование тем и источник содержания
1	Место железобетона в современном строительстве. Методы возведения монолитных и изготовление сборных железобетонных конструкций. Общие сведения о бетоне
2	Технология заполнителей для бетона. Классификация и основные требования к заполнителям. Сырьевая база для производства заполнителей из плотных пород. Требования к плотным заполнителям: песку, гравии, щебню. Основные технологические пределы получения заполнителей из природного сырья: добыча, дробление, сортировка, обогащение. Дробильно-сортировочные заводы. Заполнители для легкого бетона. Природные пористые заполнители, их характеристики и технология производства. Основы технологии производства керамзита. Производство шунгезита, аглопорита, зольного гравия и др.

№ п/п	Наименование тем и источник содержания
3	<p>Основные свойства бетонной смеси и бетона. Реологические и технологические свойства бетонной смеси. Структурообразование бетона. Основные технологические зависимости. Прочностные и деформативные характеристики бетона. Специальные характеристики бетона: водонепроницаемость, морозостойкость, жаростойкость, стойкость к воздействию агрессивных сред и др. Особенности характеристик легкого бетона</p>
4	<p>Проектирование состава бетона. Основные зависимости в технологии тяжелого цементного бетона. Подбор состава обычного тяжелого бетона. Особенности проектирования составов легких бетонов.</p> <p>Добавки к бетонам: регулирующие свойства бетонной смеси, схватывание, твердение, прочность и пористость бетона, противоморозные, комплексные.</p> <p>Приготовление, дозирование и эффективность добавок</p>
5	<p>Приготовление бетонных смесей. Общие схемы бетоносмесительных цехов: вертикальная и партерная. Складирование составляющих бетона. Открытый, полубункерный и траншейные склады заполнителей. Склады цемента и добавок в бетон. Дозирование составляющих бетонной смеси. Транспортные процессы и оборудование.</p> <p>Бетоносмесительное оборудование для циклического и непрерывного приготовления бетонной смесей.</p> <p>Компоновка бетоносмесительных отделений</p>
6	<p>Арматурные работы. Изготовление арматурных изделий в заводских условиях. Монтаж и установка арматуры в заводских и построечных условиях. Предварительное натяжение арматуры. Контроль качества изготовления и установки арматурных изделий</p>
7	<p>Опалубочные работы при возведении монолитных железобетонных конструкций. Материалы для изготовления опалубки. Виды опалубок: мелко- и крупнощитовая, переставные, передвижные, скользящие, несъемные, специальные</p>
8	<p>Формование железобетонных изделий в заводских условиях. Формы для производства железобетонных изделий. Требования к формам, изложенные в ГОСТах. Виды форм: передвижные, переносные, стационарные, одинарные, групповые, силовые, матрицы.</p> <p>Эксплуатация форм, очистка, смазка. Классификация методов формования. Основы виброуплотнения бетонной смеси, определение режимов уплотнения. Способы формования: уплотнение на виброплощадке, виброштампование, виброкат, виб-</p>

№ п/п	Наименование тем и источник содержания
	ропрессование, вибропродавливание, вакуу- мирование, центробежный способ формования. Формование методом прессования и трамбования. Специальные способы бетонирования. Бетонирование монолитных железобетонных конструкций
9	Тепловая обработка бетона в заводских условиях. Способы и режимы интенсификации процесса твердения бетона. Тепловлажностная обработка бетона паром (пропаривание). Установки для тепловой обработки изделий: пропарочные камеры периодического и непрерывного действия, контактный прогрев в формах. Автоклавные установки. Электропрогрев. Особенности прогрева изделий из легкого бетона
10	Предприятие по производству сборных железобетонных конструкций. Характеристики и выбор методов изготовления железобетонных изделий. Специализация производства
11	Стендовая технология производства: сущность, область применения и виды стендов. Агрегатно-поточная технология производства: сущность метода, оборудование, номенклатура изделий, предварительное изготовление напряженных элементов. Конвейерная технология производства: сущность метода, область применения, конвейерные линии и их оборудование. Производство изделий в кассетных формах: конструкции кассет принцип работы, формование и тепловая обработка. Производство изделий методом проката (на примере вибропрокатного стана конструкции Н.Я. Козлова). Производство тонкостенных изделий и конструкций. Контроль качества, отделка, отгрузка ЖБИ
12	Технология производства изделий из ячеистого и силикатного бетона. Технология производства сухих строительных смесей

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Технология монолитного и сборного железобетона»

1. Бетонные и железобетонные изделия. Общие сведения.
2. Классификация заполнителей для бетона.
3. Сырьевая база для производства заполнителей для бетона.
4. Основные свойства заполнителей для бетона.
5. Требования к крупным заполнителям.
6. Требования к мелким заполнителям.

7. Добыча природных заполнителей.
8. Обогащение природных заполнителей.
9. Пористые природные и искусственные заполнители.
10. Основные свойства бетонной смеси.
11. Основные характеристики бетона.
12. Проектирование состава тяжелого бетона.
13. Организация складского хозяйства БРУ. Дозирование составляющих бетона.
14. Приготовление и транспортирование бетонных смесей.
15. Опалубочные работы. Общие сведения. Требования к опалубкам.
16. Конструкции основных типов опалубки: мелко- и крупнощитовая, скользящая, объемно-переставная, передвижная и др.
17. Арматурные работы. Общие сведения. Виды арматуры.
18. Изготовление сварной ненапрягаемой арматуры: сеток и каркасов.
19. Изготовление замкнутых каркасов и закладных деталей.
20. Изготовление напрягаемой арматуры.
21. Контроль качества арматурных изделий.
22. Формы для производства сборных железобетонных изделий.
23. Смазка форм.
24. Технологические основы формования. Классификация методов формования.
25. Основные принципы виброуплотнения бетонных смесей.
26. Определение режима виброуплотнения.
27. Уплотнение на виброплощадке, уплотнение с пригрузом.
28. Виброштампование, вибровакуумирование.
29. Прессование и трамбование.
30. Центрифугирование и торкретирование.
31. Литьевая технология укладки бетона.
32. Вибропродавливание и вибропрессование. Классификация и область применения добавок к бетону.
34. Добавки, регулирующие реологические характеристики бетонной смеси.
35. Добавки, регулирующие схватывание и твердение бетонной смеси.
36. Добавки, регулирующие пористость.

37. Комплексные добавки.
38. Приготовление, дозирование, эффективность добавок.
39. Тепловлажностная обработка бетона. Режимы ТВО.
40. Оборудование для пропаривания: камеры непрерывного и циклического действия.
41. Паропрогрев в формах, под колпаком и крышкой.
42. Тепловая обработка в автоклавах.
43. Электропрогрев бетона.
44. Характеристики и выбор методов изготовления железобетонных изделий.
45. Стендовая технология производства.
46. Агрегатно-поточная технология производства.
47. Конвейерный способ производства.
48. Кассетный способ производства.
49. Контроль качества, отделка и отгрузка ЖБК.
50. Основы технологии ячеистых бетонов.
51. Производство сухих смесей.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа выполняется студентом самостоятельно, в течение семестра и оформляется в виде пояснительной записки.

Номер варианта выдается преподавателем во время установочной лекции или, в отдельных случаях, вариант заданий берется по последней цифре зачетной книжке студента.

Контрольная работа включает в себя два теоретических вопроса, на которые необходимо дать развернутый ответ, и одну задачу.

При ответе на вопросы можно использовать все доступные источники информации, как указанные в п. 6, так же в источниках, найденных самостоятельно.

Материал необходимо иллюстрировать схемами, рисунками, приводить формулы и т. д.

Примеры решения задач приведены в приложении.

Варианты заданий контрольной работы

Номер варианта	Номер теоретического вопроса	Номер задачи
1	2,19	1.1
2	5,18	1.2
3	1,20	1.3
4	3,31	1.4
5	4,32	1.5
6	6,38	1.6
7	9,41	1.7
8	10,42	1.8
9	11,43	1.9
10	12,44	1.10
11	7,33	1.11
12	8,34	2.1
13	14,38	2.2
14	15,39	2.3
15	16,40	2.4
16	17,30	2.5
17	18,45	2.6
18	13,46	2.7
19	19,47	2.8
20	20,48	2.9
21	21,49	2.10
22	22,50	2.11
23	23,60	3.1
24	24,59	3.2
25	25,58	3.3
26	26,57	3.4
27	27,56	3.5
28	28,55	3.6
29	29,54	3.7
30	35,53	3.8
31	61,66	3.9
32	62,64	3.10
33	63,65	3.11

Теоретические вопросы к контрольной работе

1. Роль бетона и железобетона в современном строительстве, область применения.
2. Виды заполнителей для бетона.
3. Требования к заполнителям для тяжелого бетона.
4. Технология получения щебня для тяжелого бетона.
5. Обогащение заполнителя для тяжелого бетона.
6. Заполнители для легкого бетона: виды и способы получения.
7. Производство керамзита.
8. Производство легких заполнителей из отходов промышленности.
9. Реологические и технологические свойства бетонной смеси.
10. Прочностные и деформативные свойства бетона.
11. Специальные характеристики бетона.
12. Долговечность бетона.
13. Проектирование состава тяжелого бетона.
14. Проектирование составов легких бетонов.
15. Добавки, регулирующие свойства бетонной смеси.
16. Добавки, регулирующие прочность и пористость бетона.
17. Противоморозные добавки.
18. Приготовление, дозирование и эффективность добавок.
19. Складирование составляющих бетонной смеси, виды складов.
20. Дозирование и транспортирование составляющих бетонной смеси.
21. Общие схемы бетоносмесительных цехов: вертикальная и партерная, их достоинства и области применения.
22. Бетоносмесительное оборудование для циклического и непрерывного приготовления бетона.
23. Внеплощадочный транспорт бетонной смеси.
24. Способы подачи бетонной смеси к месту укладки.
25. Заводской транспорт для перемещения бетонной смеси.
26. Виды арматуры и арматурных изделий.
27. Изготовление арматурных сеток и каркасов.
28. Изготовление закладных деталей.

29. Напрягаемая арматура в заводских и построечных технологиях.

30. Контроль качества арматурных работ.

31. Формы для изготовления железобетонных конструкций.

32. Переставные опалубки.

33. Передвижные опалубки

34. Несъемные опалубки.

35. Основы формования железобетонных изделий.

36. Виброуплотнение бетонных смесей.

37. Виброштампование.

38. Вибровакуумирование.

39. Центрифугирование.

40. Торкретирование.

41. Литьевая технология укладки бетона.

42. Вибропрессование.

43. Специальные способы бетонирования монолитных конструкций.

44. Уход за бетоном.

45. Способы интенсификации процесса твердения бетона.

46. Тепловлажностная обработка бетона.

47. Оборудование для пропаривания конструкций.

48. Электротермообработка бетона.

49. Тепловая обработка в автоклавах.

50. Режимы тепловлажностной обработки.

51. Особенности прогрева легкого бетона.

52. Заводы по производству железобетонных изделий и конструкций.

53. Выбор методов изготовления железобетонных конструкций.

54. Стендовая технология производства ЖБК.

55. Агрегатно-поточная технология производства ЖБК.

56. Конвейерная технология производства ЖБК.

57. Кассетная технология производства ЖБК.

58. Производство изделий методом проката.

59. Технология ячеистых бетонов.

60. Производство сухих смесей.

61. Отделка железобетонных конструкций.

62. Складирование железобетонных конструкций.

63. Лабораторный контроль качества железобетонных конструкций.

64. Особенности технологии бетонных работ в зимних условиях.

65. Особенности формирования тонкостенных конструкций.

Задачи к контрольной работе

1. Определения качества заполнителя для бетона

Номер задачи	При рассеивании песка на стандартном наборе сит получены следующие содержания частных остатков на ситах, с диаметром отверстий (мм):							При рассеивании щебня (гравия) на стандартном наборе сит получены следующие содержания частных остатков на ситах, с диаметром отверстий (мм):				
	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	>0,16	70	40	20	10	5
1.1								0	225	2600	2100	75
1.2	0	23	35	100	330	300	212					
1.3								0	325	2800	1850	25
1.4	20	100	138	424	185	93	40					
1.5								0	0	200	3800	1000
1.6	51	85	155	420	159	80	50					
1.7	0	54	146	220	440	126	14					
1.8	0	180	381	198	166	60	15					
1.9								0	390	6900	1950	760
1.10	0	43	35	115	400	220	187	0	225	2600	2100	75
1.11								0	250	2500	2100	150

2. Проектирование состава бетона

№ задачи	Тип сооружения	Класс бетона	Характеристики заполнителей	Качество заполнителя
2.1	Массивные неармированные	B15	Песок – крупный: $\rho_{п} = 2580 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{пп} = 1550 \text{ кг/м}^3$. Гравий – крупность 40 мм: $\rho_{г} = 2600 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{гп} = 1500 \text{ кг/м}^3$	низкое
2.2	Подготовка под фундаменты	B15	Песок – средней крупности: $\rho_{п} = 2630 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{пп} = 1550 \text{ кг/м}^3$ Щебень – крупность 20 мм:	низкое

№ задачи	Тип сооружения	Класс бетона	Характеристики заполнителей	Качество заполнителя
			$\rho_{\Gamma} = 2600 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{нп}} = 1500 \text{ кг/м}^3$	
2.3	Подготовка под фундаменты	B15	Песок – средней крупности: $\rho_{\text{п}} = 2530 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{нп}} = 1550 \text{ кг/м}^3$ Щебень – крупность 40 мм: $\rho_{\Gamma} = 2600 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{нп}} = 1500 \text{ кг/м}^3$	рядовое
2.4	Мосты, опорные части	B15	Песок – средней крупности: $\rho_{\text{п}} = 2500 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{нп}} = 1550 \text{ кг/м}^3$. Гравий – крупность 20 мм: $\rho_{\Gamma} = 2580 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{нп}} = 1500 \text{ кг/м}^3$	низкое
2.5	Бункеры	B15	Песок – средней крупности: $\rho_{\text{п}} = 2610 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{нп}} = 1550 \text{ кг/м}^3$ Щебень – крупность 40 мм: $\rho_{\Gamma} = 2560 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{нп}} = 1500 \text{ кг/м}^3$	рядовое
2.6	Силосы	B15	Песок – крупный: $\rho_{\text{п}} = 2530 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{нп}} = 1550 \text{ кг/м}^3$ Щебень – крупность 20 мм: $\rho_{\Gamma} = 3100 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{нп}} = 1500 \text{ кг/м}^3$	низкое
2.7	Канализационные колодцы	B25	Песок – крупный: $\rho_{\text{п}} = 2580 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{нп}} = 1550 \text{ кг/м}^3$. Гравий – крупность 40 мм: $\rho_{\Gamma} = 2600 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{нп}} = 1500 \text{ кг/м}^3$	рядовое
2.8	Стеновые блоки, формуемые на виброплощадках	B15	Песок – мелкий: $\rho_{\text{п}} = 2630 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{нп}} = 1550 \text{ кг/м}^3$ Щебень – крупность 20 мм: $\rho_{\Gamma} = 2600 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{нп}} = 1500 \text{ кг/м}^3$	рядовое
2.9	Тонкостенные сильнонасыщенные арматурой	B30	Песок – средней крупности: $\rho_{\text{п}} = 2530 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{нп}} = 1550 \text{ кг/м}^3$. Гравий – крупность 20 мм: $\rho_{\Gamma} = 2600 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{нп}} = 1500 \text{ кг/м}^3$	высшее
2.10	Конструкции слабонасыщенные арматурой	B30	Песок – мелкий: $\rho_{\text{п}} = 2630 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{нп}} = 1550 \text{ кг/м}^3$ Щебень – крупность 20 мм: $\rho_{\Gamma} = 2600 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{нп}} = 1500 \text{ кг/м}^3$	высшее
2.11	Массивные неармированные	B25	Песок – средней крупности: $\rho_{\text{п}} = 2530 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{нп}} = 1550 \text{ кг/м}^3$ Щебень – крупность 40 мм: $\rho_{\Gamma} = 2600 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{нп}} = 1500 \text{ кг/м}^3$	рядовое

3. Расчет режима пропаривания бетона

№ задачи	$R_{гпр}, \%$	Вид и класс бетона, МПа	Вид цемента	$R_{ц}, \text{кгс/см}^2$	Показатель жесткости	$T_{изот}, ^\circ\text{C}$	Толщина изд. δ , см	Условия пропаривания
3.1	70	Легкий конструкционный В15	ПЦ	400	высокий	90	160	в открытой форме
3.2	80	Тяжелый конструкционный В22,5	ШПЦ	400	средний	80	300	в форме, укрытой сверху метал. листом
3.3	70	Тяжелый для предварительно напряженных конструкций В30	ПЦ	500	подвижн.	60	400	то же, резиновым листом
3.4	60	Тяжелый повышенной морозостойкости В40	ПЦ	400	высокий	85	160	то же, полиамидной пленкой
3.5	70	Тяжелой повышенной водонепроницаемости В45	ШПЦ	400	средний	90	300	в открытой форме
3.6	80	Легкий теплоизоляционный В15	ШПЦ	400	подвижн.	60	400	в форме, укрытой сверху метал. листом
3.7	70	Тяжелый жаростойкий В22,5	ПЦ	500	высокий	80	160	то же, резиновым листом
3.8	80	Легкой конструкционный В30	ПЦ	400	средний	100	300	то же, полиамидной пленкой
3.9	60	Тяжелый мелкозернистый В40	ШПЦ	400	подвижн.	60	400	в открытой форме
3.10	80	Тяжелый морозостойкий В45	ПЦ	500	высокий	80	160	в форме, укрытой сверху метал. листом
3.11	70	Легкий теплоизоляционный В15	ШПЦ	400	средний	80	300	то же, резиновым листом

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Баженов, Ю. М. Технология бетона [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по строит. специальностям / Ю. М. Баженов. – Москва : Изд-во Ассоциации Строительных Вузов, 2007. – 528 с.

2. Диамант, М. И. Технология сборного и монолитного бетона и железобетона [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студентов специальности 270102 «Промышленное и гражданское строительство» / М. И. Диамант, Н. В. Гилязидинова, Т. Н. Санталова; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. строит. пр-ва и экспертизы недвижимости. – Кемерово, 2012. – 193 с. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) – Доступна электронная версия:

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90737&type=utchposob:common>

Дополнительная литература

3. Баженов, Ю. М. Технология бетона [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ю. М. Баженов. – Москва : Высшая школа, 1987. – 415 с.

4. Технология бетона, строительных изделий и конструкций [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Производство строительных материалов, изделий и конструкций" направления подготовки дипломированных специалистов "Строительство" / Ю. М. Баженов [и др.]. – Москва : Изд-во Ассоциации Строительных Вузов, 2004. – 256 с.

5. Баженов, Ю. М. Модифицированные высококачественные бетоны [Текст] / Ю. М. Баженов, В. С. Демьянова, В. И. Калашников. – Москва : Изд-во Ассоциации Строительных Вузов, 2006. – 368 с.

6. Баженов, Ю. М. Технология сухих строительных смесей [Текст] : учеб. пособие для студентов, обучающихся по строительным специальностям / Ю. М. Баженов, В. Ф. Коровяков, Г. А. Денисов. – Москва : АСВ, 2011. – 112 с.

7. Диамант, М. И. Технология возведения сложных сооружений [Текст] : учеб. пособие для студентов строительных специальностей вузов / М. И. Диамант, Е. М. Белова; ГОУ ВПО

"Кузбас. гос. техн. ун-т". – Кемерово, 2007. – 198 с. – Доступна электронная версия:

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90207&type=utchposob:common>

Методические издания

8. Гилязидинова, Н. В. Технология монолитного и сборного железобетона [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям для студентов направления подготовки 08.03.01 «Строительство», образовательная программа 08.03.01.51.01 «Промышленное и гражданское строительство», очной формы обучения / Н. В. Гилязидинова, Н. Ю. Рудковская, Т. Н. Санталова; ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. строит. пр-ва и экспертизы недвижимости. – Кемерово : Издательство КузГТУ, 2016. – 39с. – Режим доступа: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=321>. – Загл. с экрана. (25.07.2017)

10. Гилязидинова, Н. В. Технология монолитного и сборного железобетона [Электронный ресурс] : методические указания к контрольной работе для студентов направления подготовки бакалавров 08.03.01 «Строительство», образовательная программа «Промышленное и гражданское строительство», заочной формы обучения / Н. В. Гилязидинова, Т. Н. Санталова; ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. строит. пр-ва и экспертизы недвижимости. – Кемерово, 2016. – 38 с. – Режим доступа: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=829>. – Загл. с экрана. (25.07.2017)

11. Гилязидинова, Н. В. Технология монолитного и сборного железобетона [Электронный ресурс] : методические указания для практических занятий для студентов направления подготовки бакалавров 08.03.01 «Строительство», образовательные программы 08.03.01.01, 08.03.01.51.01 «Промышленное и гражданское строительство», всех форм обучения / Н. В. Гилязидинова, Т. Н. Санталова; ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. строит. пр-ва и экспертизы недвижимости. – Кемерово, 2016. – 12 с. – Режим доступа: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=851>. – Загл. с экрана. (25.07.2017)

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

1. Определения качества заполнителя для бетона

Бетон – это искусственный камень, состоящий из заполнителей различной формы и размеров, скрепленных вяжущим веществом, распределенным по его поверхности и в межзерновом пространстве.

По крупности зерен заполнитель бывает:

- крупный – с зернами более 5 мм (гравий, щебень);
- мелкий – с зернами крупностью не более 5 мм (песок).

1.1. Песок

Песок – это мелкий заполнитель бетонной смеси с частицами размером от 0,16 до 5 мм. Он должен удовлетворять требованиям ГОСТ 8736-93, ГОСТ 10268-80, СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции».

Содержание песка в бетоне должно быть оптимальным. Его избыток приводит к снижению прочности бетона, а недостаток – к расслаиванию бетонной смеси.

Песок разделяют:

- природный (в том числе обогащенный и фракционированный);
- дробленный (в том числе из отсевов дробления каменных пород).

Для тяжелых бетонов применяют песок с насыпной плотностью больше 1400 кг/м с плотностью зерен больше 2 г/см².

Зерновой состав песка характеризуется содержанием в нем зерен разной крупности. Он определяется рассеиванием средней пробы массой 1000 г через сита с отверстиями 10; 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,16 мм. При этом наличие зерен крупнее 10 мм допускается не более 3 % (по массе), а крупнее 5 мм: в природном песке не более 10 %, в дробленном из отсевов – до 15 %, в обогащенном – менее 3 %.

При рассеиве определяются частные и полные остатки на ситах по формулам (1) и (2).

$$a_i = \frac{m_i}{m} \times 100, \quad (1)$$

где a_i – частный остаток на сите;

m_i – масса песка на каждом сите, г;

m – масса навески (пробы песка), г;

$$A_i = a_{2.5} + \dots + a_n, \quad (2)$$

где $a_{2.5}$ – частный остаток на сите с диаметром отверстий 2,5 мм;

a_n – частный остаток на сите с диаметром отверстием n мм.

Определить, допустим ли песок к применению, в качестве мелкого заполнителя для бетона, можно по графику зернового состава песка (рис. П1.1).

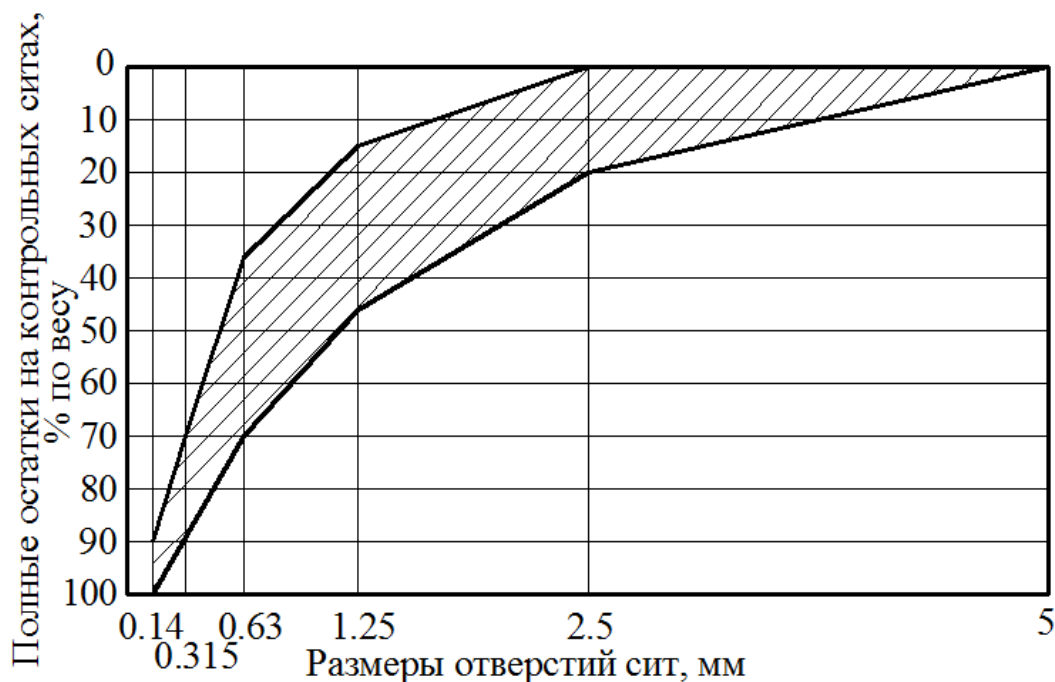


Рис. П1.1. График зернового состава песка

Заштрихованная область на рис. П1.1 – это область песков, допустимых для бетонов. Если кривая рассеивания используемого песка выходит за область, ограниченную стандартом, песок признается непригодным для производства бетона.

Зерновой состав песка характеризуется также модулем крупности (M_k) (табл. П1.1), который рассчитывается по формуле:

$$M_k = \frac{\sum A}{100} \quad (3)$$

где M_k – сумма полных остатков на всех ситах, начиная с сита диаметром отверстий 2,5 мм и кончая ситом с диаметром отверстий 0,16 мм.

Группы песков по крупности

Песок	Модуль крупности	Полный остаток на сите с отверстиями 0,63 мм, %
Повышенной крупности	3,0–3,5	65–75
Крупный	2,5–3,0	45–65
Средний	2,0–2,5	30–45
Мелкий	1,5–2,0	10–30
Очень мелкий	1,0–1,5	До 10

ГОСТ 10268-80 требует, чтобы M_k песка для бетона находился в пределах 1,5–3,25, предел для бетона В15 и выше – M_k больше либо равен 2, для бетонов В25 и выше – M_k больше или равен 2,5.

1.2. Гравий

Гравий – это продукт выветривания горных пород различного состава, размера, степени окатанности и формы. Гравий часто содержит до 15 % слабых пород, ила, глины, лещадных частиц, валунов и крупных камней, поэтому он нуждается в обогащении.

Гравий дозируется по фракциям 5–10; 10–20; 20–40; 40–70 мм. Зерновой состав гравия должен находиться в пределах оптимальной зоны на графике зернового состава гравия (рис. П1.2).

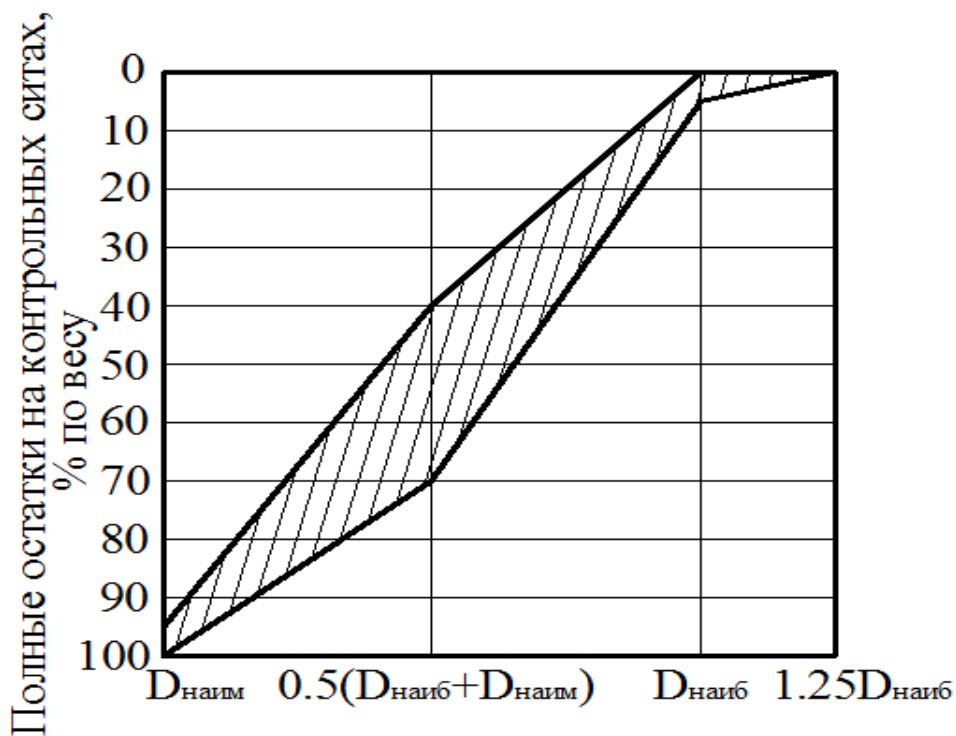


Рис. П1.2. График зернового состава гравия:

- $D_{\text{наим}}$ – наименьший диаметр сита, который соответствует ситы, полный остаток на котором составляет 90–100 %;
- $D_{\text{наиб}}$ – наибольший диаметр сита, который соответствует ситы, полный остаток на котором составляет не более 10 %

1.3. Щебень

Щебень – это продукт дробления горных пород, гравия или искусственного камня размером от 5 до 70 мм.

Щебень дороже гравия, однако объемы его производства в России превышают объемы добычи гравия. Это объясняется отсутствием гравия в ряде районов страны.

Сырьем для производства щебня служат в основном изверженные породы (гранит, диабаз, габбро) и карбонатные осадочные породы (известняки, доломиты).

Технические требования в отношении фракционирования и зернового состава щебня аналогичны требованиям к гравияю.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

2. Проектирование состава тяжелого бетона

Подбор состава бетона следует производить в соответствии с требованиями ГОСТ 27006-86 «Бетоны. Правила подбора состава».

Для проектирования состава цементного бетона необходимы, как минимум, следующие исходные данные:

- проектная марка (класс) бетона по прочности R;
- характер бетонной смеси по степени подвижности и удобоукладываемости или жесткости;
- характеристика исходных материалов.

Расчет состава бетона проводят исходя из двух условий:

1) сумма абсолютных объемов компонентов бетона равна 1 м^3 (1000 л) готового бетона:

$$\frac{Ц}{\rho_{ц}} + \frac{В}{\rho_{в}} + \frac{Щ}{\rho_{щ}} = 1000;$$

2) цементно-песчаный раствор должен заполнять все пустоты щебня с некоторой раздвижкой зерен α :

$$\frac{Ц}{\rho_{ц}} + \frac{В}{\rho_{в}} + \frac{П}{\rho_{п}} = \alpha P_{щ} \frac{Щ}{\rho_{нщ}},$$

где Ц, В, П, Щ – соответственно расходы цемента, воды, песка, щебня, кг;

$\rho_{ц}, \rho_{в}, \rho_{п}, \rho_{щ}$ – истинные плотности соответственно цемента, воды, песка, щебня, кг/м^3 ;

$\rho_{нщ}$ – насыпная плотность щебня, кг/м^3 ;

$P_{щ}$ – пустотность щебня, в относительных единицах;

α – коэффициент раздвижки зерен, в относительных единицах.

Различают номинальный или лабораторный состав бетона, устанавливаемый для сухих материалов, и производственный

(или полевой) состав, назначаемый для материалов в естествен-но-влажном состоянии.

РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ СОСТАВА БЕТОНА

Расчет состава бетона осуществляют на 1 м³ бетонной смеси.

1. Определение водоцементного отношения. Водоцементное отношение (В/Ц) вычисляют, исходя из требуемого класса или марки бетона, активности цемента и с учетом вида и качества составляющих, по следующим формулам:

– для бетонов с водоцементным отношением $V/C > 0,4$, при $R_b < 1,3AR_c$

$$V/C = AR_c / (R_b + 0,5AR_c);$$

– для высокопрочных бетонов с водоцементным отношением $V/C < 0,4$, при $R_b > 1,3AR_c$

$$V/C = A_1 R_c / (R_b - 0,5 A_1 R_c),$$

где R_b – класс бетона, МПа;

R_c – активность или марка цемента, МПа;

A и A_1 – коэффициенты, учитывающие качество материалов, определяют по табл. П2.1.

Таблица П2.1

Значение коэффициентов A и A_1

Качество заполнителей и цемента	A	A_1
Высококачественные	0,65	0,4
Рядовые	0,6	0,4
Пониженного качества	0,55	0,3

Для получения заданной прочности бетона и экономного расходования цемента необходимо, чтобы его марка по возможности превышала требуемую прочность бетона. Марку цемента выбирают по табл. П2.2.

Таблица П2.2

Рекомендуемая марка цемента для проектируемого бетона

Прочность или класс бетона, МПа	10	15	25	30	40	50
Марка цемента, кг/м	300	400	400	500	600	600

2. Определение расхода воды

По табл. П2.3 определяют необходимую консистенцию бетона для данной конструкции: осадку конуса и показатель жесткости (т. е. принимают среднее значение). Расход воды на 1 м³ бетонной смеси ориентировочно определяют по табл. П2.4, исходя из заданной удобоукладываемости бетонной смеси, принятой по табл. П2.3, с учетом вида и крупности зерен заполнителя.

Таблица П2.3

Значение подвижности и жесткости бетонной смеси для различных бетонных и железобетонных конструкций

Вид конструкций, изделий и методы их изготовления	Осадка конуса, см	Показатель жесткости, с
Монолитные конструкции		
Подготовка под фундаменты и основания дорог	0	50-60
Полы, покрытия дорог, массивные неармированные конструкции	0-2	25-35
Массивные армированные конструкции, колонны большого сечения, армируемые на месте	2-4	15-25
Мосты, опорные части	5-8	10-15
Бункеры, силосы, тонкие колонны	4-6	10-15
Сборные бетонные и железобетонные изделия		
Канализационные колодцы	0	80-100
Стеновые блоки, формуемые на виброплощадках	2-4	15-25
Тонкостенные (непустотелые) сильнонасыщенные арматурой конструкции	2-6	15-20
Конструкции, особо насыщенные арматурой (более 1 %)	4-8	10-15

3. Определение расхода цемента.

Расход цемента (кг) на 1 м³ бетона вычисляют по уже известному водоцементному отношению и определенному по табл. П2.4 расходу воды:

$$Ц = В : В/Ц$$

Таблица П2.4

Ориентировочный расход воды на 1 м³ бетонной смеси

Удобоукладываемость бетонной смеси		Расход воды, кг/м ³ , при крупности заполнителя, мм			
осадка конуса, см	жесткость, с	10	20	40	70
Гравий					
9-12	–	215	200	185	170
6-8	–	205	190	175	160
3-5	–	195	180	165	150
1-2	–	185	170	155	140
–	30-50	165	160	150	–
–	60-80	155	150	140	–
–	90-120	145	140	135	–
–	150-180	135	130	128	–
Щебень					
9-12	–	230	215	200	185
6-8	–	220	205	190	175
3-5	–	210	195	180	165
1-2	–	200	185	170	155
–	30-50	175	170	160	–
–	60-80	165	160	150	–
–	90-120	160	155	140	–
–	150-200	150	145	135	–

4. Корректировка расхода цемента.

Расход цемента (кг) на 1 м³ бетона зависит от консистенции бетонной смеси и крупности заполнителя.

Если при определении состава бетонной смеси окажется, что расход цемента, требуемый из условия получения заданной прочности, нижеуказанных значений (табл. П2.6), его необходимо довести до этих минимально допустимых норм по требованию СНиП, для обеспечения требуемой морозостойкости и долговечности проектируемого бетона. В табл. П2.5 дано деление смесей по консистенции в соответствии с подвижностью бетонной смеси.

Если при определении состава бетонной смеси окажется, что расход цемента, требуемый из условия получения заданной прочности, выше указанных значений (табл. П2.6), то его применяют далее, как расчетное значение (т. е. корректировка расхода цемента не требуется).

Таблица П2.5

Классификация бетонных смесей по подвижности

Название смеси	Осадка конуса, см
Литые	более 15
Подвижные	4–15
Малоподвижные	1–3
Жесткие	0–1
Особо жесткие	0

Таблица П2.6

Минимальный расход цемента для получения нерасслаиваемой плотной бетонной смеси

Смесь	Минимальный расход цемента, кг/м ³ , при предельной крупности заполнителя, мм			
	10	20	40	70
Особо жесткая	160	150	140	130
Жесткая	180	160	150	140
Малоподвижная	200	180	160	150
Подвижная	220	200	180	160
Литая	250	220	200	180

5. Определение расхода крупного заполнителя. Расход крупного заполнителя: гравия или щебня (кг) вычисляется по формуле:

$$\text{Щ}(\Gamma) = \frac{1000}{\alpha \frac{V_{\Pi}}{\rho_{\text{нщ}}} + \frac{1}{\rho_{\text{щ}}}},$$

где $\rho_{\text{щ}}$ – истинная плотность щебня, кг/л;

$\rho_{\text{нщ}}$ – насыпная плотность щебня, кг/л;

α – коэффициент раздвижки зерен (принимают по табл. П2.7 и назначают в соответствии с рекомендациями, обеспечивающими наиболее разумное соотношение между песком и щебнем, при котором расход цемента оказывается минимальным);

V_{Π} – пустотность щебня, определяемая по формуле

$$V_{\Pi} = \frac{\rho_{\text{щ}} - \rho_{\text{нщ}}}{\rho_{\text{щ}}}$$

Таблица П2.7

Расчетные и опытные значения коэффициента α

Расход цемента, кг	Значение коэффициента α		
	осадка конуса, см		жесткость, с
	5–10	1–4	40–80
200	1,22	1,18	1,10
250	1,28	1,22	1,12
300	1,34	1,28	1,14
350	1,40	1,34	1,16
400	1,48	1,40	1,18
500	1,60	1,48	1,20

Примечание: для других значений коэффициент α находят интерполяцией

6. Определение расхода мелкого заполнителя.

Расход мелкого заполнителя: песка (кг) вычисляется по формуле:

$$\Pi = \left\{ 1000 - \left(\frac{\text{Ц}}{\rho_{\text{ц}}} + \frac{\text{Щ}}{\rho_{\text{щ}}} + \frac{\text{В}}{\rho_{\text{в}}} \right) \right\} \rho_{\text{п}},$$

где Π , Ц , Щ , В – расходы песка, цемента, щебня, воды, кг;

$\rho_{\text{п}}$, $\rho_{\text{ц}}$, $\rho_{\text{щ}}$, $\rho_{\text{в}}$ – истинные плотности песка, цемента, щебня, воды, кг/л.

7. Определение теоретической плотности бетонной смеси.

Теоретическую плотность бетонной смеси (кг/м^3) определяют по формуле

$$\rho_{\sigma.\text{см}} = \text{В} + \text{Ц} + \text{Щ}(\Gamma) + \Pi$$

8. Рассчитанный состав бетона выражают в виде соотношения по массе между цементом, песком, щебнем (гравием) с обязательным указанием водоцементного отношения и активности цемента.

Количество цемента принимают за единицу, поэтому соотношение между составными частями бетона записывают в следующем виде:

$$1:\text{X}:\text{Y} \text{ при } \text{В/Ц}=\text{Z},$$

$$\text{где } 1 = \frac{\text{Ц}}{\text{Ц}}, \text{X} = \frac{\text{П}}{\text{Ц}}, \text{Y} = \frac{\text{Щ}(\Gamma)}{\text{Ц}}.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

1. Расчет и проектирование режимов тепловой обработки бетона

Цикл тепловой обработки бетона (режим пропаривания) можно разделить на следующие этапы:

I. Предварительное выдерживание в нормальных условиях от момента окончания укладки бетонной смеси до начала тепловой обработки. Длительность предварительного выдерживания назначают исходя из условий производства, но не менее времени, приведенного в табл. ПЗ.1. Исключения составляют случаи применения специальных методов тепловой обработки (термопригруз, камеры с избыточным давлением). Этап предварительной выдержки не требуется, если изделие находится в герметических формах или кассетах; в формах сложной конструкции с большим количеством закладных деталей.

Таблица ПЗ.1

Длительность предварительного выдерживания бетонов
(СНиП 3.09.01-85)

Вид бетона	Способ тепловой обработки	Предварительное выдерживание, ч, не менее
Тяжелый и легкий конструкционный	Пропаривание в камерах	1
Тяжелый для предварительно напряженных конструкций, изготовляемых на стендах: – при тепловой обработке; – с повышенными требованиями по морозостойкости, – водонепроницаемости; мелкозернистый; жаростойкий	Пропаривание в камерах	1
	Пропаривание в камерах	3

Вид бетона	Способ тепловой обработки	Предварительное выдерживание, ч, не менее
Легкий конструкционно-теплоизоляционный	Сухой прогрев в камерах	1
	Пропаривание в термоформах	2
	Пропаривание в камерах	3

Этап предварительного выдерживания повышает конечную прочность бетона, позволяет применять более форсированные режимы, что сокращает длительность тепловой обработки.

II. Подъем температуры среды с постоянно возрастающей скоростью или ступенчатый подъем температуры. Скорость нагрева бетона зависит от состава бетона, конструкции форм, вида изделия и других факторов.

Обычно для тонкостенных изделий скорость подъема температуры не должна превышать 25 °С/ч; для более массивных изделий – 20 °С/ч; для изделий из жестких смесей с низким В/Ц (<0,45) – 30–35 °С/ч; для изделий в закрытых металлических формах – 40–60 °С/ч. Получение бетона хорошего качества обеспечивает ступенчатые режимы или режимы с прогрессивно возрастающей скоростью.

В первом случае за 1–1,5 ч температуру поднимают до 35–40 °С, выдерживают изделия при этой температуре в течение 1–2 ч, а затем за 1 ч поднимают температуру до температурно-изотермического прогрева.

Во втором случае первый час температуру поднимают до 10 °С, второй час – на 15–20 °С, последующий – на 20–30 °С и так до максимальной.

III. Изотермический прогрев бетона характеризуется максимальной температурой среды и продолжительностью прогрева, которые зависят от вида цемента, жесткости бетонной смеси и необходимой прочности бетона после тепловой обработки.

В период изотермического прогрева происходит дальнейший нагрев внутренних слоев изделий вследствие экзотермической реакции твердения цемента, что во многих случаях приводит к повышению температуры бетона на 7–15 °С выше температуры среды. Наиболее интенсивное тепловыделение происходит

в первые 3–4 ч прогрева, затем начинается понижение температуры бетона до выравнивания ее с температурой среды. Бетон остывает медленнее, чем среда, особенно в массивных изделиях.

При предварительных расчетах пользуются графиками нарастания прочности бетона, составленными на основании многочисленных опытов (рис. ПЗ.1 и ПЗ.2).

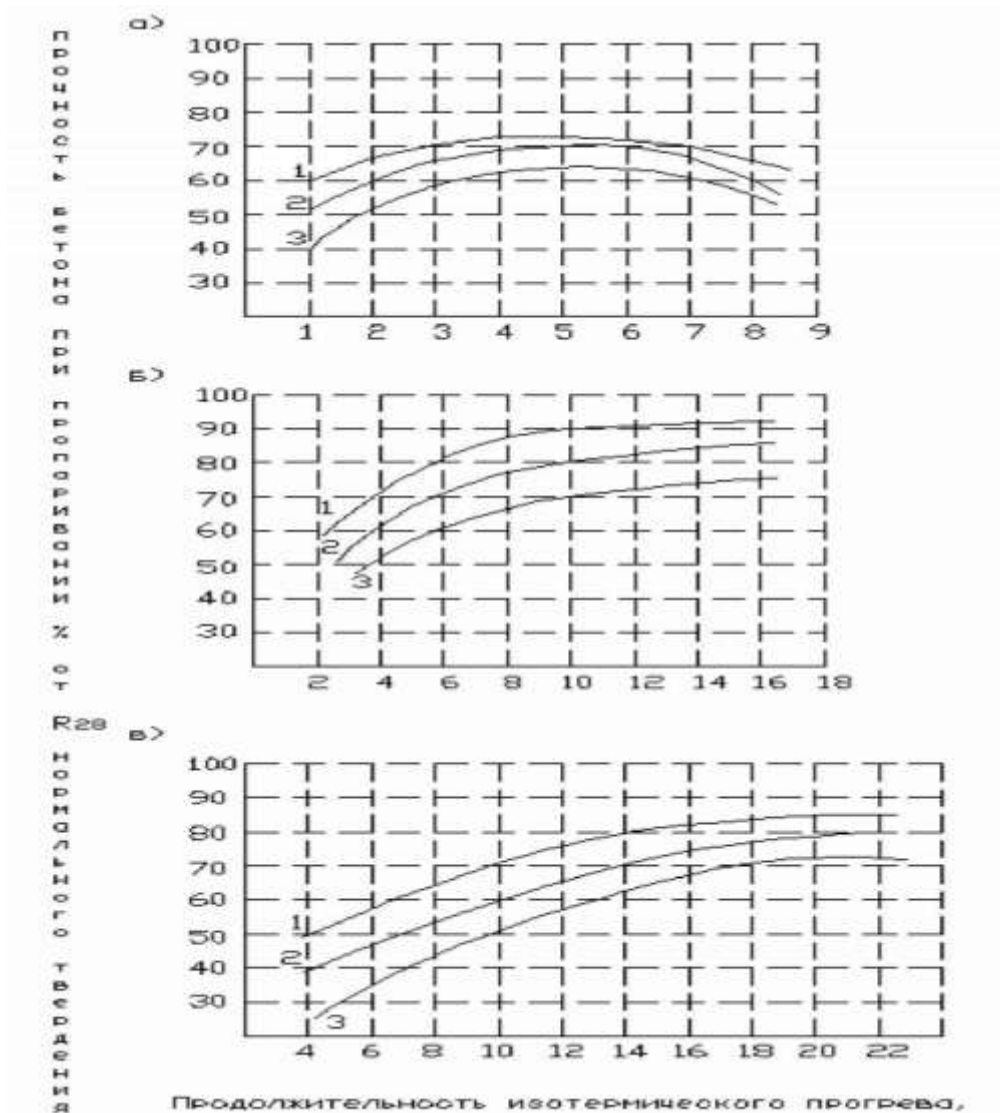


Рис. ПЗ.1. Нарастание прочности бетона на шлакопортландцементе М400 в зависимости от продолжительности изотермического прогрева: а) – температура изотермического прогрева 100 °С; б) – то же, 80 °С; в) – то же, 60 °С; 1 – бетонная смесь высокой жесткости ($V/C < 0,4$); 2 – то же, средней жесткости ($V/C > 0,4$); 3 – пластическая бетонная смесь ($V/C > 0,6$)

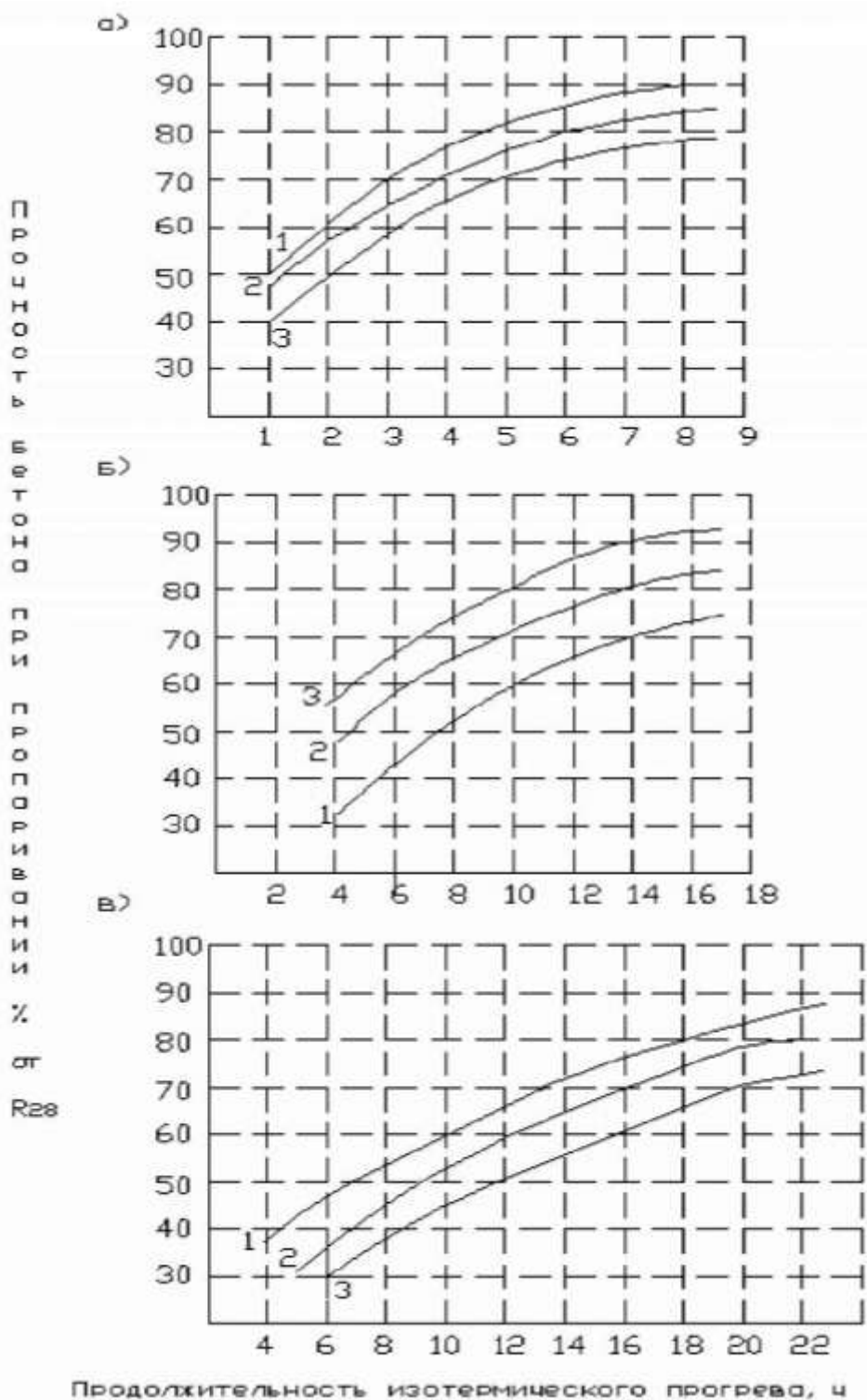


Рис. ПЗ.2. Нарастание прочности бетона на портландцементе марки М400-500 в зависимости от продолжительности изометрического прогрева: а) – температура изометрического прогрева 100 °С; б) – то же, 80 °С; в) – то же, 60 °С; 1 – бетонная смесь высокой жесткости ($V/C < 0,4$); 2 – то же, средней жесткости ($V/C > 0,4$); 3 – пластическая бетонная смесь ($V/C > 0,6$)

Графики отражают интенсивность твердения различных бетонов, приготовленных на портландцементе, в зависимости от температуры изотермического прогрева.

Максимальная температура изотермического прогрева изделий из тяжелого, мелкозернистого и легкого конструкционного бетона не должна превышать:

80–85 °С – при применении портландцемента и БТЦ;

90–95 °С – при применении шлакопортландцемента.

Относительная влажность среды во время изотермического прогрева изделий из тяжелого, мелкозернистого, конструкционного легкого и напрягающего бетонов должна быть 90-100 %.

Максимальная продолжительность расчетных режимов тепловой обработки изделий для достижения отпускной прочности бетонов на портландцементе после 12-часового последующего выдерживания приведена в табл. ПЗ.2.

Таблица ПЗ.2

Максимальная продолжительность режимов тепловой обработки изделий из тяжелого бетона

Проектный класс бетона	Режим тепловой обработки, при толщине бетона в изделиях, мм, до		
	160	300	400
В15	11(3,5+5,5+2)	12(3,5+6,5+2)	13(3,5+6,5+3)
В22,5	9(3+4+2)	10(3+5+2)	11(3+5,5+2,5)
В30	8,5(3+3,5+2)	9,5(3+4,5+2)	10,5(3+5+2,5)
В40	8(3+3+2)	9(3+4+2)	10(3+4,5+2,5)
В45	7(3+2+2)	8(3+3+2)	9(3+3,5+2,5)

Весь цикл тепловой обработки можно представить в виде графика на рис. ПЗ.3.

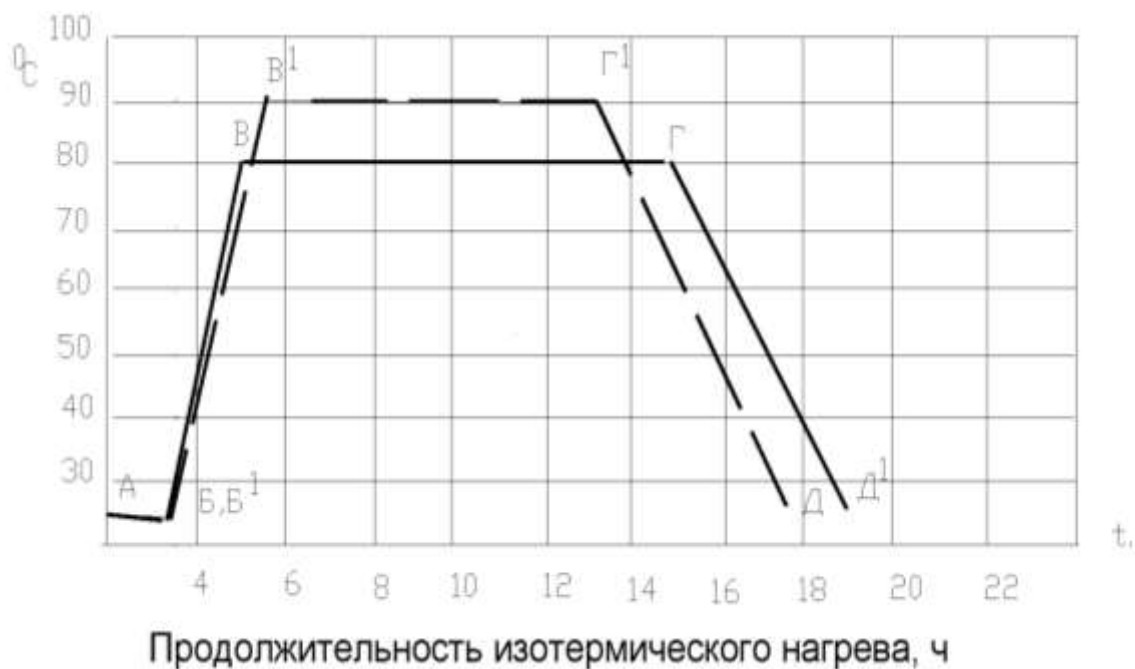


Рис. ПЗ.3. Оптимальные режимы тепловой обработки бетона на различных видах вяжущего с применением острого пара при атмосферном давлении

Условные обозначения:

—————	Бетон на портландцементе
- - - - -	Бетон на шлакопортландцементе

IV. Скорость *остывания среды* в камерах в период снижения температуры изделий из тяжелого бетона после изотермического прогрева, как правило, должна быть 30 °С/ч, а при повышенных требованиях по морозостойкости и водонепроницаемости, а также при тепловой обработке изделий из мелкозернистого и напрягающего бетонов, многослойных и с отделочными слоями — не более 20 °С/ч.

При выгрузке изделий из камер температурный перепад между их поверхностями и температурой окружающей среды не должен превышать 40 °С, так как в изделии могут возникнуть значительные деформации.

V. После тепловой обработки изделия выдерживают в цехе в течение 4-6 ч для полного *остывания* в нормальных условиях.

Характеристика участков графика:

Участок А-Б ($A-B^I$) – предварительная выдержка свежесформованных изделий перед тепловой обработкой – 2–3 часа;

Участок Б-В (B^I-B^I) – подъем температуры от 20 °С до 80–90 °С – 2–3 часа (скорость подъема – 25–35 °С/ч в зависимости от массы и начальной прочности изделий, обычно равной 0,2–0,4 МПа);

Участок В-Г (B^I-G^I) – продолжительность изотермического режима при температуре 80–90 °С – 8–10 часов;

Участок Г-Д (G^I-D^I) – остывание изделий перед разопалубкой – 2–4 часа.

Оптимальная температура прогрева:

Оптимальная температура тепловой обработки бетона острым паром при атмосферном давлении:

- а) при применении портландцемента, БТЦ – 80–85 °С;
- б) при применении шлакопортландцемента – 90–95 °С.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ЗАДАНИЕ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ для расчета режима пропаривания бетона

1. Определить длительность цикла и режим тепловой обработки изделий на заводах в различных условиях пропаривания. Исходные данные приведены в табл. П 4.1.

Таблица П4.1

№ варианта	%	Вид и класс бетона, МПа	Вид цемента	$R_{ц}$, кгс/м ²	Показатель жесткости	$t_{изог}$ °С	Толщина изд. δ , см	Условия пропаривания
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	70	Легкий конструкционный В15	ПЦ	400	высокий	85	160	в открытой форме
2	80	Тяжелый конструкционный В22,5	ШПЦ	400	средний	90	300	в форме, укрытой сверху метал. листом
3	70	Тяжелый для предварительно напряженных конструкций В30	ПЦ	500	подвижн.	60	400	то же, резиновым листом
4	60	Тяжелый повышенной морозостойкости В40	ПЦ	400	высокий	85	160	то же, полиамидной пленкой
5	70	Тяжелой повышенной водонепроницаемости В45	ШПЦ	400	средний	95	300	в открытой форме
6	80	Легкий теплоизоляционный В15	ШПЦ	400	подвижн.	60	400	в форме, укрытой сверху метал. листом
7	70	Тяжелый конструкционный В 22,5	ПЦ	500	высокий	80	160	то же, резиновым листом
8	80	Легкий конструкционный В30	ПЦ	400	средний	95	300	то же, полиамидной пленкой

№ варианта	%	Вид и класс бетона, МПа	Вид цемента	$R_{тс}$, кгс/м ²	Показатель жесткости	$t_{изот}$, °С	Толщина изд. б, см	Условия пропаривания
1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	60	Тяжелой мелкозернистый В40	ШПЦ	400	подвижн.	60	400	в открытой форме
10	80	Тяжелый морозостойкий В45	ПЦ	500	высокий	80	160	в форме, укрытой сверху метал. листом
11	70	Легкий теплоизоляционный В15	ШПЦ	400	средний	80	300	то же, резиновым листом
12	60	Легкий конструктивный В22,5	ПЦ	500	подвижн.	95	400	то же, полиамидной пленкой
13	80	Тяжелый жаростойкий В30	ПЦ	500	высокий	60	160	в открытой форме
14	70	Тяжелый морозостойкий В40	ШПЦ	400	средний	60	300	в форме, укрытой сверху метал. листом
15	80	Тяжелый для предварительно напряженных конструкций В45	ШПЦ	400	подвижн.	95	400	то же, резиновым листом
16	60	Легкий теплоизоляционный В15	ШПЦ	400	высокий	80	160	то же, полиамидной пленкой
17	60	Тяжелый конструкционный В22,5	ПЦ	500	средний	60	300	в открытой форме
18	60	Тяжелой повышенной водонепроницаемости В30	ШПЦ	400	подвижн.	95	400	в форме, укрытой сверху метал. листом

Таблица П4.2

Коэффициенты сокращения продолжительности
общего цикла пропаривания

Условия пропаривания изделий	Коэффициенты
В открытой форме	1
В форме, укрытой сверху металлическим листом	0,8
То же, резиновым листом или полиамидной пленкой	0,85