Издание официальное

Всесоюзный Комитет Стандартов при Совете Министров СССР	ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ	ГОСТ 4801—49*
	БЕТОН ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЙ Проектирование составов	Группа Ж13

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Перепечатка воспрещена

I. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТАНДАРТА

1. Настоящий стандарт применяется при проектировании составов гидротехнических бетонов, приготовляемых на портландцементе, пуццолановом, песчано-пуццолановом или шлаковом портландцементах путем смешения компонентов в барабане бетономешалки, укладываемых с применением вибрации или штыкования и предназначаемых для возведения гидротехнических сооружений I, II и III классов. Технические требования к бетону — по ГОСТ 4795—49 «Бетон гидротехнический. Определение, классификация, технические требования».

Примечания:

1. При применении для гидротехнического бетона иных вяжущих веществ проектирование составов гидротехнических бетонов должно производиться путем постановки специальных лабораторных исследований с учетом общих положений, приведенных в настоящем стандарте.

2. На бетоны, укладываемые под воду, приготовляемые путем раздельного бетонирования или уплотняемые с применением вакуумирования, а также на бетоны с пластифицирующими и воздухововлекающими добавками, указания настоящего стандарта не распространяются, с тем однако, что конечные качества таких бетонов в проектном возрасте должны соответствовать требованиям ГОСТ 4795—49 «Бетон гидротехнический. Определение, классификация, технические требования» и обеспечиваться каждый раз путем постановки специальных опытов и исследований.

II. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2. Задачей проектирования состава гидротехнического бетона является выбор материалов для бетона и установление таких расходов их на 1 $м^3$ бетона, при которых вполне надежно и достаточно экономично обеспечиваются заданные его свойства.

3. Заданием для проектирования состава бетона являются требования, предусмотренные проектом сооружения (в отношении прочности, водонепроницаемости, морозостойкости и тепловыделения бетона) и проектом производства работ (в отношении подвижности и удобообрабатываемости бетонной смеси), а также данные об агрессивности воды-среды.

Внесен Министерством электростанций СССР	Утвержден Всесоюзным Комитетом Стандартов 12/IV 1949 г.	Срок введения 1/VII 1949 г.

...зменениями, внесенными в стандарт). Сентябрь 1952 г.

gost.e-ecolog.ru

В тех случаях, когда предусмотренные проектом сооружения требования в отношении прочности, водонепроницаемости и морозостойкости относятся к проектному возрасту 60, 90 или 180 дней, эти требования должны быть перед проектированием состава бетона пересчитаны на возможные марки бетона (в 28-дневном возрасте) соответственно по прочности, водонепроницаемости и морозостойкости. Пересчет должен быть произведен на основе заранее определенных экспериментальных коэфициентов или проверенных практикой формул и графиков.

4. При проектировании состава бетона должны быть учтены:

а) влияние способа и длительности перемещения бетонной смеси от места ее приготовления к месту укладки на подвижность бетонной смеси путем соответствующего повышения задаваемой осадки конуса бетонной смеси, основываясь при этом на данных по снижению подвижности, наблюдаемому в условиях строительства с момента выхода бетонной смеси из бетономешалки до момента ее укладки;

б) влияние способа перемещения бетонной смеси на расслоение и водоотделение смеси путем улучшения общего гранулометрического состава смеси заполнителей и в специальных случаях путем введения в состав бетонной смеси тонкомолотых добавок;

в) влияние способа уплотнения бетонной смеси на свойства бетона путем применения при изготовлении пробных образцов в процессе проектирования состава такого способа уплотнения, который соответствовал бы способу уплотнения, применяемому в процессе производства работ.

5. Проектирование состава бетона должно включать в себя выбор материалов и определение следующих параметров, характеризующих состав бетона:

а) максимально допустимой величины водоцементного отношения, обеспечивающей заданную прочность, водонепроницаемость и морозостойкость бетона;

б) оптимального гранулометрического состава смеси заполнителей, обеспечивающего получение заданных качеств бетона с наименьшим расходом цемента;

в) минимально необходимого расхода цемента в *кг* на 1 $м^3$ бетона.

6. Определение параметров состава бетона производится:

а) при небольших объемах бетонных работ — расчетно-экспериментальным методом, изложенным в разд. IV настоящего стандарта;

б) при больших объемах бетонных работ (более 250 000 $м^3$), а также при особо ответственных сооружениях — любым экспериментальным методом, проверенным на практике в отношении технической надежности и экономичности даваемых им результатов.

Рекомендуемый экспериментальный метод приведен в разд. VI настоящего стандарта.

7. При проектировании состава гидротехнического бетона экспериментальным методом рекомендуется подвергнуть испытанию также составы бетона с пластифицирующими, диспергирующими, воздухововлекающими или иными добавками, могущими улучшить свойства бетонной смеси и бетона. На основе этого испытания должно быть решено, в какой мере технически и экономически целесообразно введение указанных добавок и каково должно быть их оптимальное процентное содержание в бетоне.

III. ВЫБОР ВЯЖУЩЕГО ВЕЩЕСТВА, ТОНКОМОЛОТЫХ ДОБАВОК И ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ

8. Выбор вяжущего вещества должен производиться с учетом агрессивности воды-среды согласно ГОСТ 4796—49 «Бетон гидротехнический. Признаки и нормы агрессивности воды-среды» и с учетом указаний пп. 9, 10 и 11 настоящего стандарта.

9. Пуццолановый, шлаковый и песчано-пуццолановый портландцементы должны предпочитаться для подводного бетона; для надводного бетона эти цементы не имеют особых преимуществ сравнительно с портландцементом, а в районах с сухим климатом применение их для надводного бетона не рекомендуется. При бетонировании в зимних условиях эти цементы, как правило, следует применять лишь при наличии цемента высоких марок, обеспечивая при этом надлежащие условия твердения бетона.

10. Для получения морозостойкого бетона, особенно для конструкций, расположенных в зоне переменного горизонта воды в суровых климатических условиях, необходимо применять портландцемент высоких марок. При наличии сульфатной агрессивности воды-среды в указанном случае необходимо применять сульфатостойкий портландцемент.

11. Для получения низкотермичного бетона с невысокими требованиями в отношении прочности рекомендуется применять песчано-пуццолановый портландцемент; допускается также применение пуццоланового и шлакового портландцементов. Применение портландцемента допускается при условии, если

он удовлетворяет требованиям в отношении теплоты гидратации, приведенным в ГОСТ 4797—49 «Бетон гидротехнический. Технические требования к материалам для его приготовления».

Примечание. Указания пп. 8, 9, 10 и 11 настоящего стандарта относятся как к цементам, изготовляемым промышленностью, так и к сложному вяжущему, получаемому на строительной площадке путем присадки гидравлических добавок, гранулированного доменного шлака или наполняющих добавок к заводскому портландцементу или портландцементному клинкеру при его помоле.

12. В тех случаях, когда гидротехнический бетон приготовляется на портландцементе, допускается вводить в него, в процессе его приготовления, мокрым или сухим способом тонкомолотые добавки, перечисленные в п. 6 ГОСТ 4797—49 «Бетон гидротехнический. Технические требования к материалам для его приготовления», в целях:

а) придания бетону водостойкости в сульфатных водах;

б) повышения водостойкости бетона против выщелачивающего действия воды;

в) снижения расхода клинкерной части цемента.

13. Повышение водостойкости бетона в сульфатных водах достигается введением в него следующих добавок: а) диатомиты, б) трепелы, в) пеплы вулканические (пуццолана), г) туфы вулканические, д) пемзы, е) трасы, ж) сиштоф, з) доменные шлаки основные гранулированные.

14. Повышение водостойкости бетона против выщелачивающего действия воды достигается введением добавок, указанных в п. 13, и, кроме того, следующих добавок: а) глиежи, б) горелые породы, в) глиниты, г) цемянки, д) доменные шлаки кислые.

15. Снижение расхода клинкерной части цемента достигается применением всех добавок, перечисленных в пп. 13 и 14, а также применением тонкомолотых наполняющих добавок, перечисленных в п. 6 ГОСТ 4797—49 «Бетон гидротехнический. Технические требования к материалам для его приготовления».

Примечание. В гидротехнический бетон, к которому предъявляются требования морозостойкости, наполняющие добавки могут вводиться в количестве, не превышающем 15% веса цемента.

16. Смесь тонкомолотой добавки с цементом должна рассматриваться как вяжущее вещество, и нормы настоящего стандарта, касающиеся водоцементного отношения, в бетонах с тонкомолотыми добавками должны относиться к водовяжущему отношению $\left(\frac{\text{вода}}{\text{цемент}+\text{добавка}}\right)$.

17. Заполнители для бетонов должны удовлетворять требованиям ГОСТ 4797—49 «Бетон гидротехнический. Технические требования к материалам для его приготовления».

18. Из песков разного гранулометрического состава, в пределах требований ГОСТ 4797—49 «Бетон гидротехнический. Технические требования к материалам для его приготовления», рекомендуется предпочитать такие, которые в смеси с крупным заполнителем наилучшим образом обеспечивают получение оптимальной смеси, удовлетворяющей требованиям п. 5*б* настоящего стандарта.

В этих же целях рекомендуется применение двух и более песков различной крупности или обогащение естественных песков добавкой искусственных, полученных дроблением каменных пород, с тем, однако, чтобы такая смесь в целом отвечала бы требованиям на песок, изложенным в ГОСТ 4797—49 «Бетон гидротехнический. Технические требования к материалам для его приготовления».

19. Наибольшая крупность зерен ($D_{наиб}$) крупного заполнителя не должна превышать $^1/_5$ наименьшего измерения бетонируемой конструкции и $^2/_3$ наименьшего расстояния между стержнями арматуры в свету.

Примечание. При бетонировании плит и облицовок каналов наибольшая крупность зерен крупного заполнителя не должна превышать $^1/_2$ толщины плиты или облицовки канала.

(Измененная редакция—«Информ. указатель стандартов» № 5 1951 г.).

20. При применении сортового крупного заполнителя соотношения фракций в смеси крупного заполнителя рекомендуется назначать по табл. 1.

Таблица 1

Наибольшая крупность зерен $D_{(наиб)}$ в *мм*	Фракции						Сумма должна быть
	5—20	5—40	20—40	20—60	40—80	80—150	
	Рекомендуемые соотношения в % %						
40	45—60	—	40—55	—	—	—	100
60	35 - 50	—	—	50—65	—	—	100
80	25—35	—	25—35	—	35—50	—	100
80	—	50—65	—	—	35—50	—	100
150	15—25	—	15—25	—	25—35	30—45	100
150	—	30—40	—	—	25—35	30—45	100

21. При выборе заполнителей рекомендуется учитывать также следующие указания:

а) для получения водонепроницаемого бетона применять заполнители с тщательно подобранным гранулометрическим составом (как каждого в отдельности, так и смеси песка и крупных заполнителей); при этом следует предпочитать заполнители с возможно большим $D_{наиб}$;

б) для обеспечения морозостойкости бетона применять прочные и вполне морозостойкие заполнители;

в) в бетоне конструкций, работающих на изгиб и растяжение, а также подвергающихся вибрации, применять в качестве крупного заполнителя щебень, а не гравий.

IV. РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СОСТАВА ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО БЕТОНА

22. Определение параметров состава бетона расчетно-экспериментальным методом должно производиться в следующей последовательности: сначала определяется максимально допустимая величина водоцементного отношения, затем устанавливаются оптимальный гранулометрический состав смеси заполнителей и минимально необходимый расход цемента.

23. Максимально допустимая величина водоцементного отношения должна устанавливаться в зависимости:

а) от требований к водонепроницаемости и морозостойкости;

б) от требований к прочности.

24. Максимально допустимая величина водоцементного отношения, определяемая в зависимости от требований к водонепроницаемости и морозостойкости бетона, должна приниматься по табл. 2.

Примечание. Ограничения верхнего предела значения *В/Ц*, устанавливаемые табл. 2, распространяются на все без исключения *разновидности гидротехнического бетона, перечисленные в п. 6* ГОСТ 4795—49 «Бетон гидротехнический. Определение, классификация, технические требования», в том числе и на бетон нормальный и низкотермичный.

Таблица 2

Максимально допустимые величины водоцементного отношения (*В/Ц*)

Условия службы бетона	В железобетонных конструкциях		В бетонных и малоармированных массивных конструкциях	
	в морской воде	в пресной воде	в морской воде	в пресной воде
В частях сооружения, расположенных в зоне переменного горизонта воды:				
а) в суровых климатических условиях	0,50	0,55	0,55	0,60
б) в умеренных и мягких климатических условиях . . .	0,55	0,60	0,60	0,65
В частях сооружения, постоянно находящихся под водой:				
а) напорных	0,55	0,60	0,60	0,65
б) безнапорных	0,60	0,65	0,65	0,65
В надводных частях сооружения, эпизодически смываемых водой	0,65	0,65	0,70	0,70

Примечания:

1. При применении глиноземистого цемента величины максимально допустимых значений *В/Ц* могут быть увеличены на 0,05.

2. Зона переменного (перемежающегося) горизонта воды определяется с учетом возможных колебаний горизонта воды, волновых явлений, капиллярного подсоса и т. п.

3. Мягкие климатические условия характеризуются среднемесячной температурой наиболее холодного месяца выше —5°С.

Умеренные климатические условия характеризуются среднемесячной температурой наиболее холодного месяца от —5° до —15°С.

Суровые климатические условия характеризуются среднемесячной температурой наиболее холодного месяца ниже —15°С или частыми сменами замораживания и оттаивания.

25. Величина водоцементного отношения, определяемая в зависимости от требований к прочности бетона, может устанавливаться опытным или расчетным способом.

26. Расчетный способ определения водоцементного отношения является приближенным и допускается только при применении в качестве вяжущего портландцемента в случаях:

а) когда имеется основание предполагать, что величина водоцементного отношения, обеспечивающая заданную прочность бетона, значительно превысит максимально допустимую величину $В/Ц$, принятую по табл. 2 п. 24 настоящего стандарта;

б) в случае невозможности проведения экспериментов, необходимых для определения водоцементного отношения опытным способом.

Примечание. Применение расчетного способа допускается только при наличии проверенных лабораторией данных о фактической активности применяемых цементов.

27. Определение водоцементного отношения расчетным способом производится по следующим уравнениям:

а) при применении в качестве крупного заполнителя щебня по уравнению:

$$\sigma_{сж28} = \frac{\sigma_ц}{3{,}5(В/Ц)^{3/2}} \text{ или}$$

по уравнению $\sigma_{сж28} = 0{,}55\ \sigma_ц\ (Ц/В - 0{,}5)$;

б) при применении в качестве крупного заполнителя гравия

$$\text{по уравнению } \sigma_{сж28} = \frac{\sigma_ц}{4(В/Ц)^{3/2}} \text{ или}$$

$$\text{по уравнению } \sigma_{сж28} = 0{,}5\ \sigma_ц\ (Ц/В - 0{,}5),$$

где:

$\sigma_{сж28}$ — предел прочности при сжатии бетона в возрасте 28 дней (в *кг/см²*);

$\sigma_ц$ — предел прочности при сжатии (в *кг/см²*) образцов-кубов, стандартно изготовленных из цементного раствора жесткой консистенции состава 1 : 3 (по весу);

$В/Ц$ — водоцементное отношение;

$Ц/В$ — цементноводное отношение.

28. *Определение водоцементного отношения опытным способом* производится по кривой зависимости прочности бетона от водоцементного отношения, построенной по результатам испытаний пробных образцов бетона, изготовленных из мате-

риалов, выбранных для употребления в сооружении. Опытный способ определения водоцементного отношения в зависимости от требований к прочности бетона приведен в приложении 1 к настоящему стандарту.

29. Из двух величин водоцементного отношения:

а) установленной по п. 24 настоящего стандарта и

б) найденной расчетным или опытным способом по заданной прочности, — для проектируемого состава бетона за окончательную принимается наименьшая величина.

30. После установления *В/Ц* оптимальный гранулометрический состав смеси заполнителей и минимально необходимый расход цемента устанавливаются любым экспериментальным методом, проверенным на практике в части экономичности даваемых им решений. Рекомендуемый метод приведен в приложении 2 к настоящему стандарту.

31. Запроектированный состав бетона должен быть проверен в соответствии с разд. V настоящего стандарта.

32. Установленный после проверки расход цемента на 1 $м^3$ бетона не должен превышать 400 *кг* для немассивных железобетонных конструкций и 320 *кг* для массивных железобетонных и бетонных конструкций. В противном случае необходимо применить цемент более высокой марки или другой вид цемента из числа предусмотренных настоящим стандартом, или улучшить гранулометрический состав смеси заполнителей бетона.

V. ПРОВЕРКА ЗАПРОЕКТИРОВАННОГО СОСТАВА БЕТОНА

33. До передачи запроектированного расчетно-экспериментальным методом состава бетона на производство должна быть произведена проверка соответствия его заданным требованиям в отношении подвижности и удобообрабатываемости бетонной смеси, а также прочности, водонепроницаемости и морозостойкости бетона согласно ГОСТ 4799—49 «Бетон гидротехнический. Методы испытаний бетонной смеси» и ГОСТ 4800—49 «Бетон гидротехнический. Методы испытаний бетона».

34. Проверка подвижности и удобообрабатываемости бетонной смеси, а также прочности бетона является обязательной во всех случаях, независимо от назначения и марки бетона.

Проверка водонепроницаемости и морозостойкости бетона запроектированного состава является обязательной лишь

в тех случаях, когда к бетону предъявляются требования водонепроницаемости и морозостойкости.

35. При проверке водонепроницаемости и морозостойкости бетона запроектированного состава рекомендуется подвергать испытанию также бетон с несколько более низким и более высоким расходом цемента и соответствующим оптимальным гранулометрическим составом смеси заполнителей.

VI. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СОСТАВА ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО БЕТОНА

(рекомендуемый)

36. Определение параметров состава бетона экспериментальным методом должно производиться в следующей последовательности: сначала устанавливается зависимость оптимального гранулометрического состава смеси заполнителей от расхода цемента, затем одновременно определяют максимально допустимое водоцементное отношение, минимально необходимый расход цемента и соответствующий ему оптимальный гранулометрический состав смеси заполнителей.

37. Определение оптимального гранулометрического состава смеси заполнителей должно заключаться:

а) в определении соотношения между отдельными фракциями крупного заполнителя;

б) в определении оптимального относительного содержания песка в смеси заполнителей.

Соотношение между отдельными фракциями крупного заполнителя рекомендуется принимать по п. 20 настоящего стандарта, если только не имеется опытных данных и результатов научно-исследовательских работ, указывающих на более благоприятное соотношение между ними.

Определение оптимального относительного содержания песка в смеси заполнителей должно производиться по кривой зависимости оптимального относительного содержания песка от расхода цемента, построенной по результатам испытаний, проведенных в соответствии с приложением 3 к настоящему стандарту.

38. Экспериментальное определение максимально допустимого водоцементного отношения и минимально необходимого расхода цемента должно производиться путем постановки опытов для получения зависимости прочности, водонепроницаемости и морозостойкости гидротехнического бетона от расхода цемента ($Ц$).

Для получения указанных зависимостей должны быть проведены одновременно три серии опытов:

а) по установлению зависимости прочности бетона от *Ц* (расхода цемента на 1 $м^3$ бетона);

б) по установлению зависимости водонепроницаемости бетона от *Ц*;

в) по установлению зависимости морозостойкости бетона от *Ц*.

Методика проведения экспериментов по определению указанных зависимостей при заданной подвижности бетонной смеси приведена в приложении 4 к настоящему стандарту.

39. На основании зависимостей, полученных экспериментально в соответствии с указаниями п. 38 настоящего стандарта и приложения 4, устанавливаются:

а) значение *Ц*, обеспечивающее заданную прочность;

б) значение *Ц*, обеспечивающее заданную водонепроницаемость;

в) значение *Ц*, обеспечивающее заданную морозостойкость.

40. Из трех значений *Ц*, полученных в соответствии с п. 39 настоящего стандарта, для проектируемого состава бетона выбирается наибольшее соответствующее ему водоцементное отношение и оптимальный гранулометрический состав смеси заполнителей принимается наряду с установленным расходом цемента в качестве окончательных параметров проектируемого состава бетона.

Примечание. Выбранное значение *Ц* должно удовлетворять требованиям п. 32 настоящего стандарта.

41. Определение расхода материалов на 1 $м^3$ бетона рекомендуется производить:

а) методом абсолютных объемов,

б) методом, основанным на определении объемного веса бетонной смеси, изложенным в приложении 5 к настоящему стандарту.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Опытный способ определения водоцементного отношения в зависимости от требований к прочности бетона

1. Опытный способ определения водоцементного отношения в зависимости от требований к прочности бетона заключается в:

а) изготовлении и испытании на сжатие в 28-дневном возрасте образцов-кубов из бетона нескольких пробных составов с различными *В/Ц*;

б) построении по результатам испытаний кривой зависимости прочности бетона от водоцементного отношения;

в) определении по построенной кривой искомого водоцементного отношения, отвечающего заданной марке бетона по прочности.

2. Для приготовления пробных бетонных смесей должны применяться цемент или сложное вяжущее (цемент+добавка) и заполнители, предназначенные для проектируемого бетона.

3. Испытанию подвергаются 4 смеси с различным содержанием цемента, чем обеспечивается при затворении их водой по п. 5 настоящего приложения получение бетонных смесей с различными значениями *В/Ц*.

Рекомендуются следующие составы смесей по весовому соотношению цемента к оптимальной смеси заполнителей:

1 : 4; 1 : 5; 1 : 6,5; 1 : 8,5.

4. Гранулометрический состав смеси заполнителей для указанных в п. 3 настоящего приложения составов бетона должен быть взят близким к ожидаемому оптимальному гранулометрическому составу применительно к материалам, которые будут использованы на строительстве.

5. Каждую из смесей, перечисленных в п. 3 настоящего приложения, затворяют водой до получения приблизительно одинаковой подвижности, близкой к требуемой заданием на проектируемый состав бетона.

Количество воды в замесе фиксируется и вычисляется фактически полученное *В/Ц* для каждой бетонной смеси.

Примечания:

1. Если какая-либо из испытуемых смесей обнаружит недостаточную удобообрабатываемость, такая смесь бракуется и заменяется новой с улучшенным гранулометрическим составом заполнителей при том же соотношении цемента к заполнителям.

2. Приготовление и оценка смесей должны производиться в соответствии с ГОСТ 4799—49 «Бетон гидротехнический. Методы испытаний бетонной смеси».

6. Из каждой бетонной смеси изготавливаются образцы для испытания их прочности при сжатии в 28-дневном возрасте. Размеры и число образцов, приготовляемых из каждой смеси, а также способ их изготовления, хранения и испытания должны соответствовать требованиям ГОСТ 4800—49 «Бетон гидротехнический. Методы испытаний бетона».

7. По результатам испытаний строят график зависимости прочности бетона при сжатии от *В/Ц*, откладывая по горизонтали значения *В/Ц*, а по вертикали — соответствующие им значения прочности и соединяя полученные точки плавной кривой.

8. Для заданной проектом прочности (марки бетона) по построенной кривой определяется соответствующее ей искомое водоцементное отношение.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Экспериментальный метод определения оптимального гранулометрического состава смеси заполнителей и минимально необходимого расхода цемента при заданном *водоцементном отношении и заданной подвижности смеси*

(рекомендуемый)

1. Рекомендуемый метод определения оптимального гранулометрического состава смеси заполнителей и минимально необходимого расхода цемента заключается в:

а) приготовлении нескольких серий бетонных смесей, имеющих одинаковое водоцементное отношение, установленное по пп. 23—29 настоящего стандарта, но различающихся в пределах каждой серии гранулометрическим составом смеси заполнителей, а серия от серии — весовым отношением цемента к заполнителям (расходом цемента);

б) определении для этих смесей подвижности и удобообрабатываемости;

в) выборе в пределах каждой серии по максимальной подвижности (при вполне удовлетворительной удобообрабатываемости) оптимального гранулометрического состава смеси заполнителей;

г) построении по результатам испытаний бетонных смесей, имеющих оптимальный гранулометрический состав заполнителей, кривой зависимости осадки конуса бетонных смесей от расхода цемента;

д) определении искомой величины минимально необходимого расхода цемента по заданной осадке конуса из построенной кривой.

2. Для приготовления бетонных смесей должны быть употреблены цементы и заполнители, предназначенные для проектируемого бетона и выбранные в соответствии с указаниями разд. III настоящего стандарта.

3. При проведении испытаний, предусматриваемых настоящим приложением, заполнители предполагаются состоящими из двух фракций: песка с зернами крупностью до 5 *мм* и крупного заполнителя с зернами размером более 5 *мм*.

В зависимости от гранулометрического состава заполнителей, а также из производственных соображений как песок, так и крупный заполнитель могут состоять из двух и более фракций, употребляемых в дело отдельно и дозируемых самостоятельно (см. пп. 18 и 20 настоящего стандарта).

В настоящем приложении смесь фракций песка (или смесь нескольких песков) рассматривается как единый материал — песок, а смесь фракций крупного заполнителя—как единый крупный заполнитель бетона.

4. Испытанию должно быть подвергнуто не менее трех серий бетонных смесей из числа нижеследующих:

1 : 7,8	по	весу	(расход	цемента	около	250	*кг/м*³)
1 : 7,0	»	»	»	»	»	275	»
1 : 6,3	»	»	»	»	»	300	»
1 : 5,8	»	»	»	»	»	325	»
1 : 5,3	»	»	»	»	»	350	»
1 : 4,9	»	»	»	»	»	375	»
1 : 4,5	»	»	»	»	»	400	»

Относительные содержания песка в смеси заполнителей (по весу)

Отношение цемента к заполнителям (по весу)	Приблизительный расход цемента кг/м³	Наибольшая крупность зерен заполнителя ($D_{наиб.}$) мм												Примечание
		40				60				80 и более				
1 : 7,8	250	0,35 / 0,31	0,38 / 0,34	0,41 / 0,37	0,42 / 0,39	0,32 / 0,29	0,35 / 0,32	0,38 / 0,35	0,40 / 0,37	0,31 / 0,28	0,34 / 0,31	0,37 / 0,34	0,39 / 0,36	При применении щебня следует назначать числа, стоящие в числителе; при применении гравия — числа, стоящие в знаменателе.
1 : 6,3	300	0,33 / 0,29	0,36 / 0,32	0,39 / 0,35	0,41 / 0,37	0,30 / 0,27	0,33 / 0,30	0,36 / 0,33	0,38 / 0,35	0,29 / 0,27	0,32 / 0,29	0,35 / 0,32	0,37 / 0,34	
1 : 5,3	350	0,31 / 0,27	0,34 / 0,30	0,37 / 0,33	0,39 / 0,35	0,28 / 0,25	0,31 / 0,28	0,34 / 0,31	0,36 / 0,33	0,27 / 0,25	0,30 / 0,27	0,33 / 0,30	0,35 / 0,32	
1 : 4,5	400	0,29 / 0,25	0,32 / 0,28	0,35 / 0,31	0,37 / 0,33	0,27 / 0,24	0,30 / 0,27	0,33 / 0,30	0,35 / 0,32	0,26 / 0,24	0,29 / 0,26	0,32 / 0,29	0,34 / 0,31	

Примечания:

1. Для промежуточных составов бетона и промежуточных значений $D_{наиб}$ относительные содержания песка определяются интерполяцией.

2. Данные таблицы применимы для песка и крупного заполнителя, удельные веса которых находятся в пределах 2,6—2,7. При применении заполнителей иного удельного веса величины относительного содержания песка в смеси заполнителей должны быть умножены на отношение удельного веса песка к удельному весу крупного заполнителя.

Из указанных составов для испытаний, предусматриваемых настоящим приложением, должны быть выбраны такие, которые при постоянном водоцементном отношении, установленном по пп. 23—29 настоящего стандарта, показывают осадку конуса не менее 2 и не более 18 *см*.

5. По каждой серии должны быть испытаны бетонные смеси с четырьмя различными относительными содержаниями песка в смеси заполнителей, указанными в таблице (см. стр. 14).

6. Определение количества материалов, потребных для приготовления бетонных смесей, производят по приложению 5 к настоящему стандарту, а приготовление бетонных смесей — по ГОСТ 4799—49 «Бетон гидротехнический. Методы испытаний бетонной смеси».

После приготовления бетонных смесей производят определение их подвижности и оценивают их удобообрабатываемость. Данные о подвижности и удобообрабатываемости записывают в журнал проектирования составов бетона.

7. Испытав все намеченные бетонные смеси, выбирают, по одной от каждой серии, те бетонные смеси, которые имеют наибольшую осадку конуса, и фиксируют соответствующие этим бетонным смесям оптимальные относительные содержания песка в смеси заполнителей. При выборе бетонных смесей с наибольшей осадкой конуса неудобообрабатываемые смеси в расчет не принимаются.

Примечание. Если при сравнении подвижности бетонных смесей данной серии наибольшая осадка конуса будет обнаружена для смеси с крайним значением величины относительного содержания песка (см. п. 5 настоящего приложения), то необходимо произвести испытание одной (двух) дополнительной смеси, изменив величину относительного содержания песка на 0,02 (соответственно 0,04) по сравнению с крайней величиной, указанной в таблице п. 5 настоящего приложения.

8. Для выбранных по п. 7 бетонных смесей вычисляют по приложению 5 к настоящему стандарту расход материалов на 1 $м^3$ бетона и определяют таким образом недостающий параметр состава бетона — величину *Ц* (расход цемента на 1 $м^3$). Полученные результаты выписывают в виде таблицы нижеследующей формы:

№№ серий пп.	*В/Ц*	$r_{опт}$	*Ц*	*S*

По данным этой таблицы строят, если это требуется, кривую зависимости подвижности бетонной смеси от расхода цемента.

9. Минимально необходимый расход цемента для проектируемого состава бетона находят по заданной подвижности, пользуясь либо таблицей, либо кривой п. 8 настоящего приложения. Оптимальный гранулометрический состав смеси заполнителей, соответствующий минимально необходимому расходу цемента, находят интерполяцией по таблице п. 8.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Метод построения кривой зависимости оптимального относительного содержания песка в смеси заполнителей от расхода цемента

(рекомендуемый)

1. Метод построения кривой зависимости оптимального относительного содержания песка в смеси заполнителей от расхода цемента заключается в:

а) приготовлении и определении водопотребности (расхода воды на 1 $м^3$ бетона) нескольких серий бетонных смесей, имеющих одинаковую (заданную) подвижность, но различающихся в пределах каждой серии относительным содержанием песка в смеси заполнителей, а серия от серии — весовым отношением цемента к заполнителям (расходом цемента);

б) сравнении водопотребности бетонных смесей в пределах каждой серии и выборе на основе этого сравнения оптимального для каждой серии относительного содержания песка;

в) построении по результатам испытаний кривой зависимости оптимального относительного содержания песка от расхода цемента.

Примечание. Выбор оптимального относительного содержания песка в смеси заполнителей основывается на следующем положении: оптимальным гранулометрическим составом смеси заполнителей является тот, который обеспечивает в бетонах данного весового отношения цемента к заполнителям заданную подвижность бетонной смеси при наименьшей водопотребности.

2. Для приготовления бетонных смесей должны быть употреблены цементы и заполнители, предназначенные для проектируемого бетона и выбранные в соответствии с указаниями разд. III настоящего стандарта.

3. Испытанию должно быть подвергнуто не менее четырех серий бетонных смесей следующих ориентировочных составов:

1 : 7,8	по	весу	(расход	цемента	около	250	$кг/м^3$)
1 : 6,3	»	»	»	»	»	300	»
1 : 5,3	»	»	»	»	»	350	»
1 : 4,5	»	»	»	»	»	400	»

По каждой серии должны быть испытаны бетонные смеси с четырьмя различными относительными содержаниями песка в смеси заполнителей, выбираемыми по таблице приложения 2 к настоящему стандарту.

4. Каждая из указанных в п. 3 настоящего приложения бетонных смесей должна быть затворена (в объеме, достаточном для проведения опытов по определению осадки конуса) постепенным добавлением воды в таком количестве, которое обеспечивало бы бетонной смеси заданную степень подвижности. Это количество воды фиксируют в журнале испытаний.

Примечание. Приготовление бетонных смесей должно производиться в соответствии с указаниями пп. 22 и 23 ГОСТ 4799—49 «Бетон гидротехнический. Методы испытаний бетонной смеси».

5. Испытав все бетонные смеси, указанные в п. 3 настоящего приложения, выбирают, по одной от каждой серии, те бетонные смеси, которые характеризуются наименьшей водопотребностью, и записывают соответствующие этим бетонным смесям оптимальные относительные содержания песка в смеси заполнителей. Неудобообрабатываемые бетонные смеси в расчет не принимаются. Для выбранных таким образом четырех бетонных смесей определяют расход цемента на 1 $м^3$ бетона согласно приложению 5 к настоящему стандарту.

Примечание. Если при испытании бетонных смесей данной серии наименьшая водопотребность будет обнаружена для смеси с крайним значением величины относительного содержания песка (п. 3 настоящего приложения), то необходимо произвести испытание одной (двух) дополнительной смеси, изменив величину относительного содержания песка на 0,02 (соответственно 0,04) по сравнению с крайней величиной, указанной в таблице п. 5 приложения 2 к настоящему стандарту.

6. По полученным согласно указаний п. 5 настоящего приложения величинам оптимального относительного содержания песка в смеси заполнителей и соответствующим величинам расхода цемента на 1 $м^3$ бетона строят кривую зависимости оптимального относительного содержания песка в смеси заполнителей от расхода цемента, которую и используют в дальнейшем в соответствии с указаниями пп. 37—40 основного текста настоящего стандарта.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Методика проведения экспериментов по определению зависимости прочности, водонепроницаемости и морозостойкости бетона от расхода цемента

(рекомендуемая)

1. Экспериментальный метод определения максимально допустимого водоцементного отношения и минимально необходимого расхода цемента заключается в:

а) приготовлении нескольких бетонных смесей, имеющих одинаковую (заданную) подвижность, но различный расход цемента (а следовательно и различное водоцементное отношение);

б) изготовлении из этих смесей образцов-кубов и цилиндров и испытании их на прочность, водонепроницаемость и морозостойкость;

в) установлении по результатам испытаний зависимости прочности, водонепроницаемости и морозостойкости бетона от расхода цемента;

г) определении искомой величины расхода цемента (и соответственной ему величины водоцементного отношения) из установленных зависимостей.

2. Для установления указанных в п. 1 настоящего приложения зависимостей рекомендуется приготовить пять бетонных смесей из числа нижеследующих ориентировочных составов:

1 : 7,8	по	весу	(расход	цемента	около	250	*кг/м³*)
1 : 7,0	»	»	»	»	»	275	»
1 : 6,3	»	»	»	»	»	300	»
1 : 5,8	»	»	»	»	»	325	»
1 : 5,3	»	»	»	»	»	350	»
1 : 4,9	»	»	»	»	»	375	»
1 : 4,5	»	»	»	»	»	400	»

Гранулометрический состав смеси заполнителей для каждой бетонной смеси берется оптимальным в соответствии с указаниями п. 37 настоящего стандарта и приложения 3 к нему.

Примечание. При выборе пяти составов бетона должны быть приняты во внимание активность цемента и требования к проектируемому бетону: при высокой активности цемента и умеренных требованиях к бетону рекомендуется предпочитать первые пять составов, при пониженной активности цемента и высоких требованиях к бетону — последние пять составов.

3. Для перечисленных в п. 2 настоящего приложения бетонных смесей прежде всего должны быть определены те значения *В/Ц*, которые обеспечивают этим бетонным смесям заданную степень подвижности. С этой целью для каждой бетонной смеси отвешивают вычисленные количества материалов и затворяют их таким количеством воды (приливая последнюю постепенно и под конец малыми порциями), чтобы затворяемая бетонная смесь имела заданную осадку конуса. Это количество воды фиксируют в журнале испытаний и делят его для определения *В/Ц* на количество цемента в замесе. Одновременно определяют объемный вес

каждой бетонной смеси и вычисляют по приложению 5 третий недостающий параметр состава бетона — расход цемента на 1 $м^3$ ($Ц$).

Примечание. Приготовление бетонных смесей и определение их объемного веса должно производиться в соответствии с указаниями пп. 22 и 23 и пп. 36—43 ГОСТ 4795—49 «Бетон гидротехнический. Методы испытаний бетонной смеси».

4. По определении параметров состава бетона из бетонных смесей, указанных в п. 2 настоящего приложения, изготовляют образцы-кубы и цилиндры, хранят их в стандартных условиях и испытывают на прочность, водонепроницаемость и морозостойкость. Изготовление, хранение и испытание образцов производятся согласно ГОСТ 4800—49 «Бетон гидротехнический. Методы испытаний бетона».

5. Результаты испытаний образцов представляют в виде таблицы нижеследующей формы:

№№ бетонных смесей	Параметры состава бетонных смесей			Результаты испытаний на		
				прочность	водонепроницаемость	морозостойкость
	$В/Ц$	$r_{опт}$	$Ц$	Предел прочности при сжатии $кг/см^2$	Наибольшее давление воды $кг/см^2$	Наибольшее число циклов замораживания и оттаивания
1						
2						
3						
4						
5						

Пользуясь этой таблицей, определяют интерполяцией те значения $Ц$ (и соответствующие им значения $В/Ц$ и $r_{опт}$), которые обеспечивают проектируемому составу бетона заданные прочность, водонепроницаемость и морозостойкость. Окончательные значения параметров состава бетона выбираются по пп. 39 и 40 настоящего стандарта.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Определение расхода материалов на 1 $м^3$ бетона по известным параметрам его состава

(рекомендуемое)

1. Определение расхода материалов на 1 $м^3$ бетона допускается производить:

а) методом абсолютных объемов и

б) методом, основанным на определении объемного веса бетонной смеси.

Первый метод рекомендуется применять в тех случаях, когда объемный вес бетонной смеси не может быть установлен заранее, второй метод рекомендуется применять во всех тех случаях, когда при проведении опытов с бетонной смесью имеется возможность экспериментально определить ее объемный вес.

2. При проектировании составов бетона указанные в п. 1 настоящего приложения методы могут применяться при решении следующих задач:

а) для определения расхода материалов на 1 $м^3$ бетона по известным $В/Ц$, $r_{вес}$ и $В$;

б) для определения расхода материалов на 1 $м^3$ бетона по известным $В/Ц$, $r_{вес}$ и $Ц$;

в) для определения расхода материалов на 1 $м^3$ бетона по известным $В/Ц$, $r_{вес}$ и $1:N$,

где:

$В/Ц$ — водоцементное отношение,

$r_{вес}$ — относительное содержание песка в смеси заполнителей (по весу),

$В$ — расход воды на 1 $м^3$ бетона в $кг$,

$Ц$ — расход цемента на 1 $м^3$ бетона в $кг$,

$1:N$ — отношение цемента к заполнителям (по весу).

Примечание. Если при проектировании состава бетона относительное содержание песка в смеси заполнителей было определено не по весу, а по объему, то относительное содержание песка в смеси заполнителей (по весу) определяется по формуле:

$$r_{вес} = \frac{r_{об}\,\gamma_п}{r_{об}\,\gamma_п + (1 - r_{об})\,\gamma_{кр}},$$

где:

$r_{вес}$ — относительное содержание песка в смеси заполнителей (по весу),

$r_{об}$ — относительное содержание песка в смеси заполнителей (по объему),

$\gamma_п$ — насыпной вес песка,

$\gamma_{кр}$ — насыпной вес крупного заполнителя.

Метод абсолютных объемов

3. Метод абсолютных объемов основан на положении, что объем свежеуложенного бетона равен сумме абсолютных объемов составляющих его материалов.

Абсолютные объемы (в литрах) составляющих бетон материалов (цемента, песка, крупного заполнителя и воды) вычисляются путем деления количества того или иного материала (в *кг*) на соответствующий удельный вес этого материала.

Примечание. При применении воздухововлекающих добавок объем свежеуложенного бетона принимается равным сумме абсолютных объемов составляющих его материалов плюс объем вовлеченного воздуха.

Абсолютные объемы составляющих материалов вычисляются как указано выше, а объем вовлеченного воздуха устанавливается экспериментально по приложению к ГОСТ «Бетон гидротехнический Методы испытания бетонной смеси».

4. Для решения задачи, приведенной в п. 2*а* настоящего приложения, составляют следующую систему двух уравнений:

$$1000 = \frac{B}{B/Ц \cdot \gamma_ц} + \frac{П}{\gamma_п} + \frac{Кр}{\gamma_{кр}} + B,$$

$$\frac{П}{Кр} = \frac{r_{вес}}{1 - r_{вес}},$$

где:

B — расход воды на 1 $м^3$ бетона,
$B/Ц$ — водоцементное отношение,
$\gamma_ц$ — удельный вес цемента,
$\gamma_п$ — удельный вес песка,
$\gamma_{кр}$ — удельный вес крупного заполнителя,
$Кр$ — количество крупного заполнителя на 1 $м^3$ бетона (в *кг*),
$П$ — количество песка на 1 $м^3$ бетона (в *кг*),
$r_{вес}$ — относительное содержание песка в смеси заполнителей (по весу).

Решая систему уравнений относительно $П$ и $Кр$, определяют количества песка и крупного заполнителя, необходимые для приготовления 1 $м^3$ бетона. Расход цемента на 1 $м^3$ определяют путем деления величины B на величину $B/Ц$.

Пример.

При проектировании состава бетона было установлено, что заданные требования к бетону удовлетворяются при следующих параметрах состава бетона: $B/Ц = 0{,}60$; $r_{вес} = 0{,}40$; $B = 180$ $л/м^3$.

Определение удельных весов цемента, песка и крупного заполнителя дало следующие их замечания:

$$\gamma_ц = 3{,}10,$$
$$\gamma_п = 2{,}65,$$
$$\gamma_{кр} = 2{,}60.$$

Составляем систему двух уравнений:

$$1000=\frac{180}{0{,}60\cdot 3{,}10}+\frac{П}{2{,}65}+\frac{Кр}{2{,}60}+180,$$

$$\frac{П}{Кр}=\frac{0{,}40}{0{,}60}.$$

Решая систему уравнений относительно $П$ и $Кр$, получим:

$П = 757$ *кг*,
$Кр=1135$ *кг*,
$Ц = В : В/Ц=180 : 0{,}6=300$ *кг*.

5. Для решения задачи, приведенной в п. 2*б* настоящего приложения, составляют следующую систему двух уравнений:

$$1000=\frac{Ц}{\gamma_ц}+\frac{П}{\gamma_п}+\frac{Кр}{\gamma_{кр}}+Ц\cdot\frac{В}{Ц},$$

$$\frac{П}{Кр}=\frac{r_{вес}}{1-r_{вес}}.$$

Решая систему уравнений относительно $П$ и $Кр$, определяют количества песка и крупного заполнителя, необходимые для приготовления 1 $м^3$ бетона. Количество воды на 1 $м^3$ бетона определяют путем умножения величины $Ц$ на величину $В/Ц$.

Пример.

При проектировании состава бетона были установлены следующие значения параметров его состава: $В/Ц=0{,}60$; $r_{вес}=0{,}40$; $Ц=300$ *кг*/$м^3$.

Удельные веса материалов те же, что и в примере п. 4 настоящего приложения.

Составляем систему двух уравнений:

$$1000=\frac{300}{3{,}1}+\frac{П}{2{,}65}+\frac{Кр}{2{,}60}+300\cdot 0{,}6,$$

$$\frac{П}{Кр}=\frac{0{,}40}{0{,}60}.$$

Решая систему относительно $П$ и $Кр$, получим:

$П = 757$ *кг*,
$Кр=1135$ *кг*,
$В = Ц : В/Ц=300\cdot 0{,}6=180$ *л*.

6. Для решения задачи, приведенной в п. 2*в* настоящего приложения, составляют систему трех уравнений:

$$1000=\frac{Ц}{\gamma_ц}+\frac{П}{\gamma_п}+\frac{Кр}{\gamma_{кр}}+Ц\cdot\frac{В}{Ц},$$

$$\frac{П}{Кр}=\frac{r_{вес}}{1-r_{вес}},$$

$$Ц : (П+Кр)=1 : N.$$

Решая систему уравнений относительно *Ц*, *П* и *Кр*, определяют количества цемента, песка и крупного заполнителя, необходимые для приготовления 1 *м*³ бетона. Количество воды на 1 *м*³ бетона определяют путем умножения величины *Ц* на величину *В/Ц*.

Пример.

В результате испытаний бетонной смеси было установлено, что бетонная смесь (и соответствующий ей бетон) удовлетворяет предъявляемым требованиям при следующем ее составе:

$$1 : N = 1 : 6{,}3;\ r_{вес} = 0{,}40;\ B/Ц = 0{,}60.$$

Удельные веса материалов те же, что и в примере п. 4 настоящего приложения.

Составляем систему трех уравнений:

$$1000 = \frac{Ц}{3{,}1} + \frac{П}{2{,}65} + \frac{Кр}{2{,}60} + 0{,}60\,Ц,$$

$$\frac{П}{Кр} = \frac{0{,}40}{0{,}60},$$

$$Ц : (П + Кр) = 1 : 6{,}3.$$

Решая систему уравнений относительно *Ц*, *П* и *Кр*, получим:

$$Ц = 301\ кг,$$
$$П = 757\ кг,$$
$$Кр = 1135\ кг,$$
$$В = Ц \cdot В/Ц = 301 \cdot 0{,}6 = 181\ л.$$

Метод, основанный на определении объемного веса бетонной смеси

7. При решении задачи, приведенной в п. 2 *а* настоящего приложения, расчет ведут в следующей последовательности:

а) делением *В* на *В/Ц* определяют расход цемента на 1 *м*³ бетона (*Ц*);

б) сложением *Ц* и *В* определяют количество цементного теста в 1 *м*³;

в) вычитанием из объемного веса бетонной смеси (в *кг/м*³) количества цементного теста находят суммарное количество заполнителей;

г) умножением суммарного количества заполнителей на $r_{вес}$ и $(1 - r_{вес})$ вычисляют количество песка и крупного заполнителя.

Пример.

При проектировании состава бетона было установлено, что заданные требования к бетону удовлетворяются при следующих параметрах состава бетона:

$$В/Ц = 0{,}60;\ r_{вес} = 0{,}40;\ В = 180\ л/м^3.$$

Определение объемного веса бетонной смеси дало $\gamma_б = 2372\ кг/м^3$.

Составляем следующую таблицу:

Количество воды	на 1	$м^3$	бетона	равно	. . . . .	180 *кг*
„ цемента	„ 1	„	„	„	180 · 0,6 =	300 „
„ цементного теста	„ 1	„	„	„	300 + 180 =	480 „
„ заполнителей	„ 1	„	„	„	2372 — 480 =	1892 „
„ песка	„ 1	„	„	„	1892 · 0,40 =	757 „
„ крупного заполнителя	„ 1	„	„	„	1892 · 0,60 =	1135 „

8. При решении задачи, приведенной в п. 2б настоящего приложения, прежде всего умножением $Ц$ на $В/Ц$ определяют количество воды ($В$), после чего дальнейший расчет ведут по п. 7 настоящего приложения.

Пример.

При проектировании состава бетона были установлены следующие значения параметров его состава:

$$В/Ц=0{,}60;\ r_{вес}=0{,}40;\ Ц=300\ кг/м^3.$$

Определение объемного веса бетонной смеси дало $\gamma_5=2372\ кг/м^3$.

Составляем следующую таблицу:

Количество цемента	на 1	$м^3$	бетона	равно	. . . . .	300 *кг*
„ воды	„ 1	„	„	„	300 · 0,6 =	180 „
„ цементного теста	„ 1	„	„	„	300 + 180 =	480 „
„ заполнителей	„ 1	„	„	„	2372 — 480 =	1892 „
„ песка	„ 1	„	„	„	1892 · 0,40 =	757 „
„ крупного заполнителя	„ 1	„	„	„	1892 · 0,60 =	1135 „

9. При решении задачи, приведенной в п. 2 *в* настоящего приложения, прежде всего делением объемного веса бетонной смеси на сумму: $1+N+В/Ц$ определяют количество цемента на 1 $м^3$ бетона ($Ц$), после чего дальнейший расчет ведут по п. 8 настоящего приложения.

Пример.

В результате испытаний бетонной смеси было установлено, что бетонная смесь (и соответствующий ей бетон) удовлетворяют предъявленным требованиям при следующем ее составе:

$$1 : N=1 : 6{,}3;\ r_{вес}=0{,}40;\ В/Ц=0{,}60.$$

Определение объемного веса бетонной смеси дало $\gamma_6=2372\ кг/см^3$.

Составляем следующую таблицу:

Количество цемента	на 1	$м^3$	бетона	равно	$\frac{2372}{1+6{,}3+0{,}6}$ =	303 *кг*
„ воды	„ 1	„	„	„	303 · 0,6 =	182 „
„ цементного теста	„ 1	„	„	„	303 + 182 =	485 „
„ заполнителей	„ 1	„	„	„	2372 — 485 =	1887 „
„ песка	„ 1	„	„	„	1887 · 0,40 =	755 „
„ крупного заполнителя	1	„	„	„	1887 · 0,60 =	485 „

gost.e-ecolog.ru