

Проектирование состава бетона с учетом технологии строительства и условий среды эксплуатации

А.Ю. Миронова
Зам. директора по качеству ООО «ГК Девиз»

Заявка на поставку бетонной смеси по ГОСТ 7473

3.3 **товарная бетонная смесь**: Бетонная смесь, поставляемая в пластичном состоянии лицами или организациями, не являющимися потребителями.

Примечание - К товарной бетонной смеси могут быть отнесены бетонные смеси, приготовленные потребителем вне стройплощадки, а также бетонные смеси, приготовленные на стройплощадке, но не потребителем.

4.1...

Примечание- При заказе товарной бетонной смеси заданного качества потребитель должен указывать требования к прочности бетона по проектному классу (B , B_t , B_{tb} , B_{tt}) и, при необходимости, по минимальной средней прочности бетона в каждой поставляемой партии (R_m), а требования по удобоукладываемости- по маркам и, при необходимости, по конкретным значениям.

Пример условного обозначения:

БСТ В25 (≥ 33 МПа) П1 (ОК 3 см) F₁200 W4 ГОСТ 7473-2010

бетонная смесь тяжелого бетона по ГОСТ 7473-2010

класса по прочности на сжатие В25 с минимальной требуемой прочностью бетона 33 МПа,

марки бетона по морозостойкости F₁200,

марки по водонепроницаемости W4,

марки по удобоукладываемости П1, с осадкой конуса 3 см.

Задание на подбор состава бетона по ГОСТ 27006

4.2 Подбор состава бетона следует проводить в целях получения бетонной смеси с заданными технологическими показателями и бетона с прочностью и другими нормируемыми показателями качества, установленными в задании на подбор состава бетона в соответствии с проектной и технологической документацией на изготовление этих изделий или конструкций.

5.1 Задание на подбор состава бетона должно содержать:

- назначение бетона (изготовление сборных изделий, монолитных конструкций, товарный бетон);
- условия твердения (до достижения промежуточного и/или проектного возраста);
- нормируемые технологические показатели качества бетонных смесей по ГОСТ 7473;
- нормируемые показатели качества бетона по ГОСТ 26633;
- ограничения по составу бетона и применяемых материалов;
- параметры оптимизации.

Классы сред эксплуатации бетона по ГОСТ 31384

5.1.4 В зависимости от условий воздействия агрессивных сред на бетон среды подразделяют на классы, которые определяют по отношению к конкретному не защищенному от коррозии бетону и железобетону. Классы сред эксплуатации с указанием их индексов по возрастанию агрессивности указаны в [таблице А.1](#).

5.1.5 При одновременном воздействии агрессивных сред, различающихся по индексам, но одного класса, применяют требования, относящиеся к среде с более высоким индексом (если в проекте не указано иное).

При одновременном действии агрессивных сред различных классов **требования к бетону (железобетону) назначают с учетом всех агрессивных сред, в том числе морозного воздействия в зоне расположения конструкций.**

5.1.6 Условные обозначения классов сред эксплуатации указывают в проекте в зонах конкретных агрессивных воздействий с учетом ожидаемых изменений среды.

Задание на подбор состава

Минимальная требуемая прочность в промежуточном и проектном возрасте бетона

Технологические требования к бетонной смеси с учетом принятой технологии производства бетонных работ

Ограничения по составу бетона (параметрам состава) и применяемым сырьевым компонентам

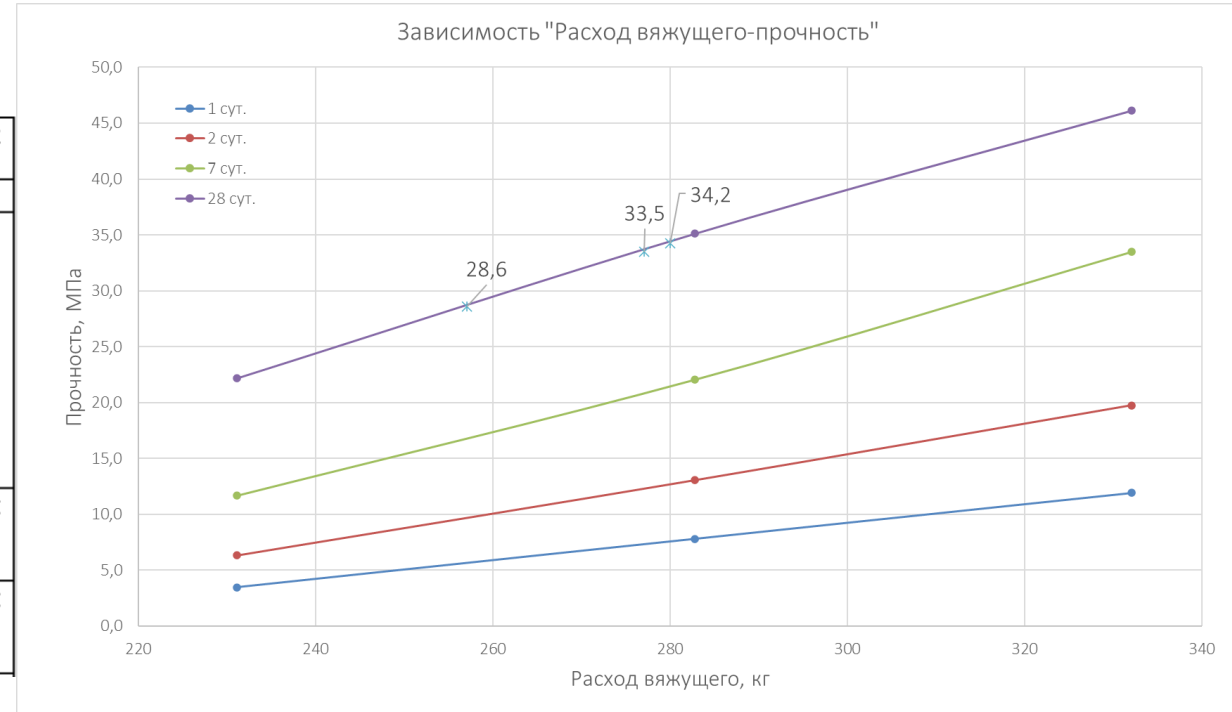
Классы сред эксплуатации бетона (обеспечение долговечности)

Минимальная требуемая прочность в проектном возрасте бетона

Пример условного обозначения:

БСТ В25 (≥ 33 МПа) П1 (ОК 3 см) F₁200 W4 ГОСТ 7473-2010

№ п/п	Наименование нормируемого показателя качества бетонной смеси и бетона	Проектные требования к показателям качества
1	2	3
1	Минимальная требуемая прочность бетона в каждой поставляемой партии бетона в проектном возрасте (28 суток нормального твердения) (R _m , МПа) для:	B50 R _m \geq 62,5 B40 R _m \geq 50 B35 R _m \geq 43,8 B30 R _m \geq 37,5 B25 R _m \geq 31,3 B22,5 R _m \geq 28,1 B20 R _m \geq 25,0 B15 R _m \geq 18,8 B7,5 R _m \geq 9,4
2	Минимальная средняя прочность бетона в каждой поставляемой партии в промежуточном возрасте - 1 сутки нормального твердения (R _m)	не менее 12% от требуемой проектной прочности
3	Минимальная средняя прочность бетона в каждой поставляемой партии в промежуточном возрасте (7 суток нормального твердения) (R _m)	не менее 80% от требуемой проектной прочности



Примечание - Минимальная требуемая прочность, указываемая

потребителем в договоре на поставку должна учитывать:

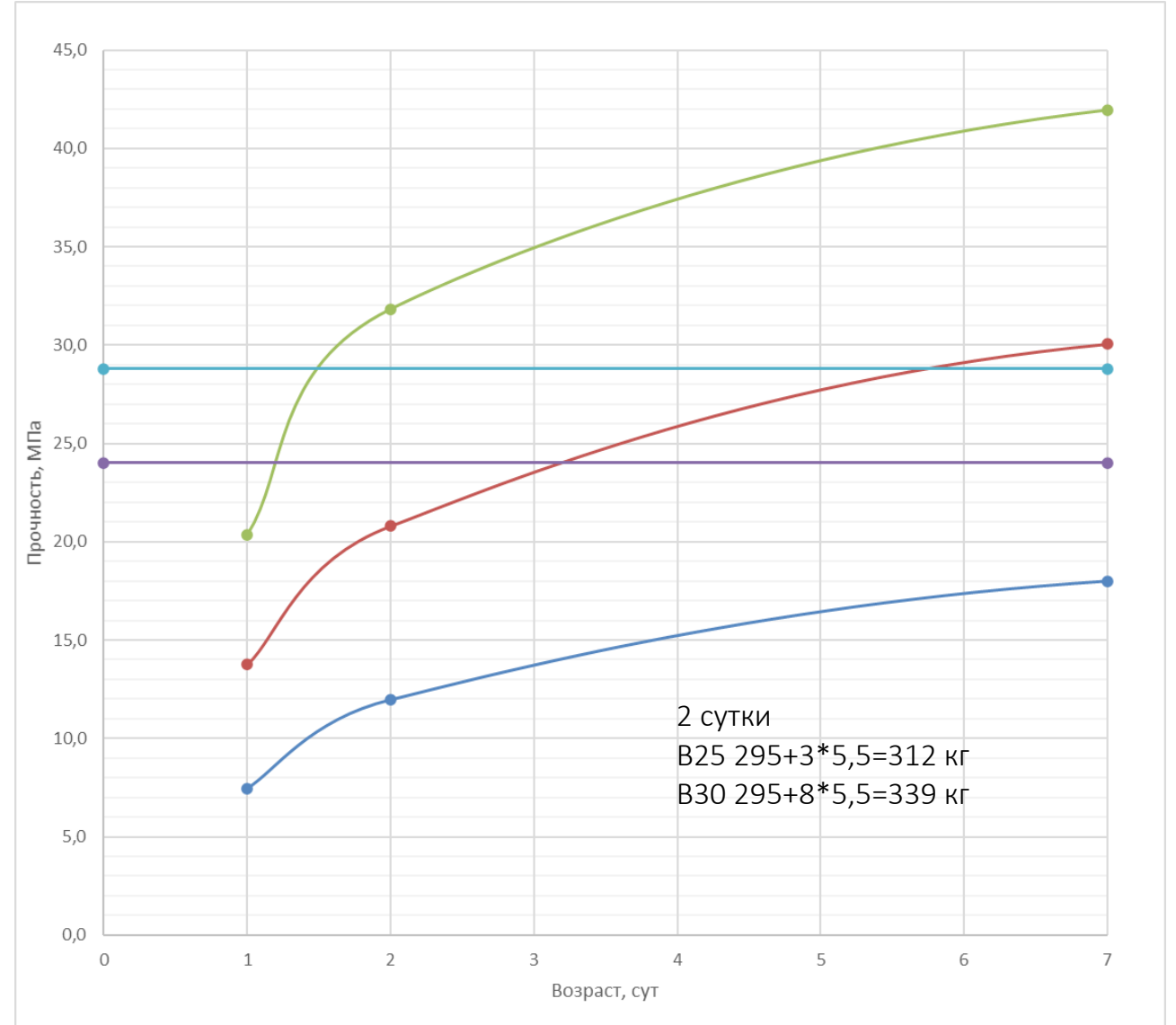
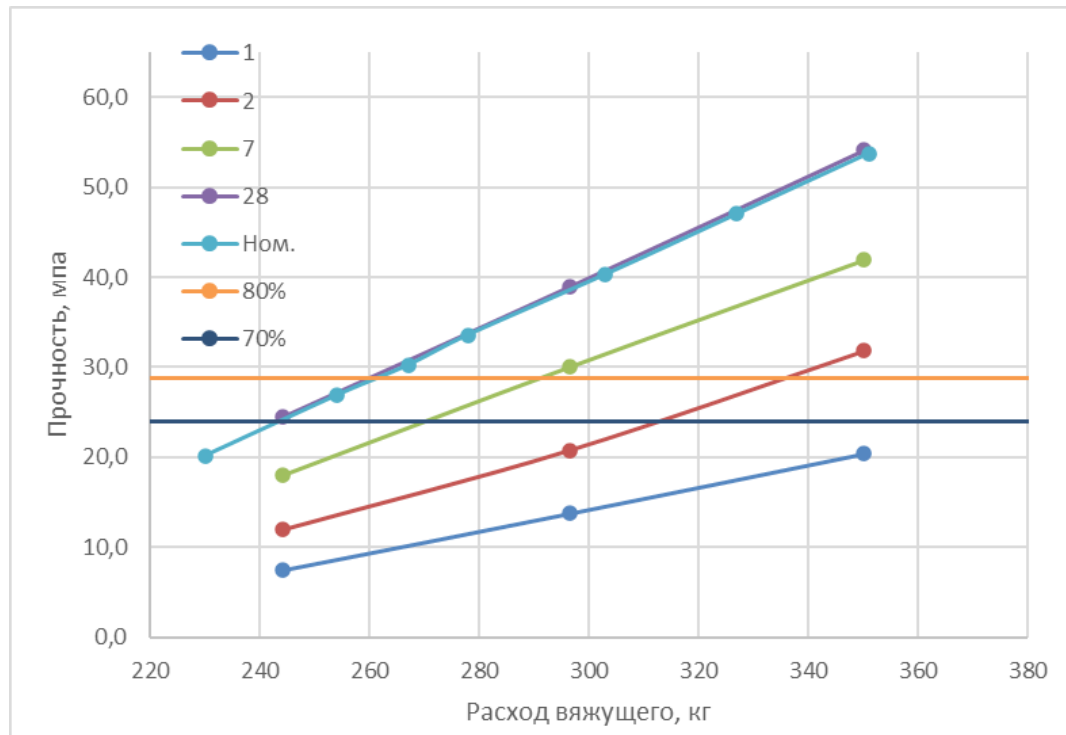
- схему контроля (например, прочность бетона БНС контролируют только по образцам-кубам, а следовательно, требуемая прочность не может быть менее чем с Кт 1,28.

- вклад производителя бетонных работ в «потерю прочности».

Класс бетона В	Требуемая прочность R, МПа	Ср. ур. прочности R _y , МПа	Расход вяжущего, кг
25	26,8	28,6	257
25	31,3	33,5	277
25	32	34,2	280

Минимальная требуемая прочность в промежуточном возрасте бетона

Наименование конструкций	Проектные характеристики бетона в 28 с.н.тв.	Прочность бетона в 28 суток н.тв., не менее, МПа	Прочность бетона в 2 суток н.тв., не менее МПа
2	3	7	8
Опоры, Стены	V30П5F ₁ 75W4	38,4	от 28,8
	V25П5F ₁ 75 W4	32,0	от 24,0



Задание на подбор состава

Минимальная требуемая прочность в промежуточном и проектном возрасте бетона

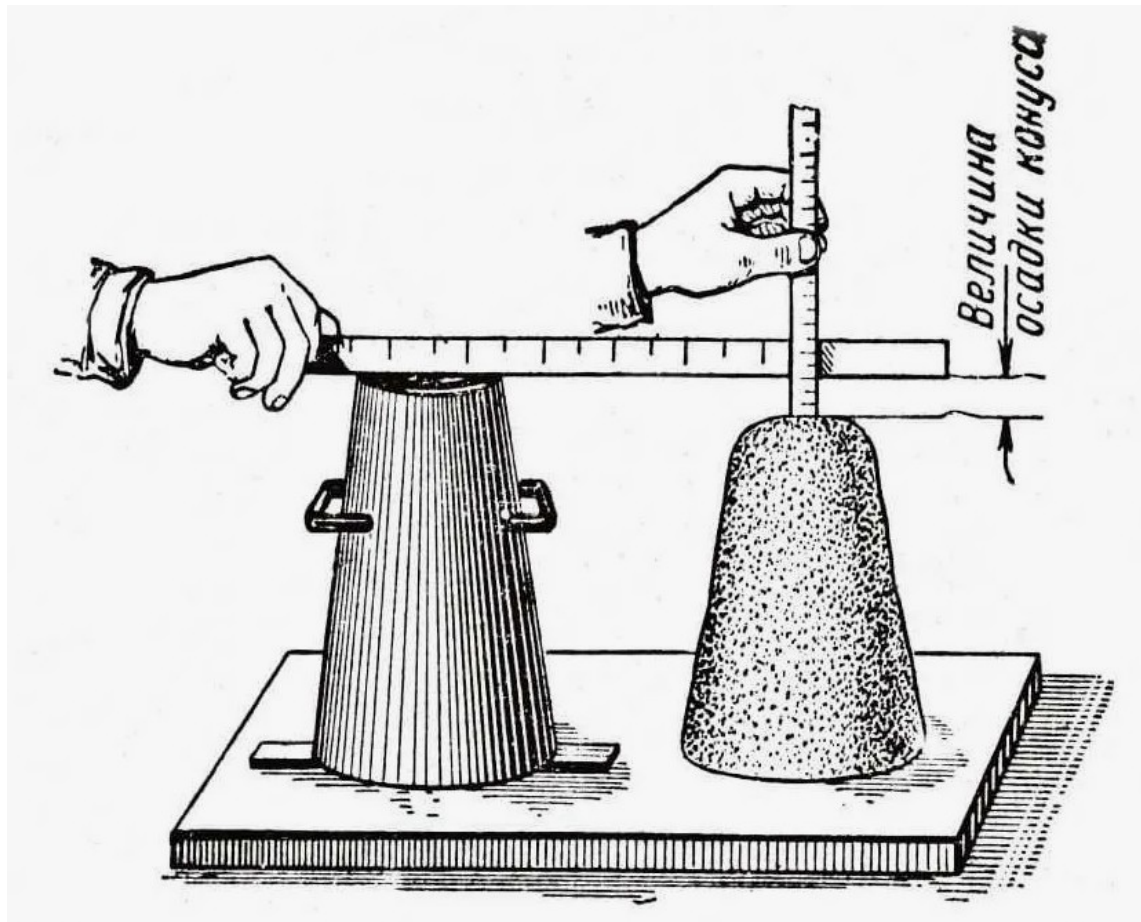
Технологические требования к бетонной смеси с учетом принятой технологии производства бетонных работ

Ограничения по составу бетона (параметрам состава) и применяемым сырьевым компонентам

Классы сред эксплуатации бетона (обеспечение долговечности)

Удобоукладываемость

Конус Абрамса, он же Конус КА — прибор для определения пластичности (удобоукладываемости) бетонной смеси. Впервые предложен [Даффом Абрамсом^{\[en\]}](#) в 1918 году...



Бетоны в 1918 году:

Вязущее – только портландцемент:

- удельная поверхность цемента до $300 \text{ м}^2/\text{кг}$;
- расход цемента на прочность 30-40 МПа: 350-450 кг.

Добавки – отсутствовали пластификаторы.

Вода – для подвижности ПЗ-П4 около 200 л на 1 м^3 .

Следовательно, сочетание показателей вязкости, скорости и напряжения сдвига было таким, что :

- бетонные смеси не растекается с течением времени под действием собственного веса;
- легкость ручной обработки, распределения и уплотнения прямопропорциональна подвижности;
- склонность смесей с сегрегации и седиментации прямопропорциональна расходу вяжущего.

Удобоукладываемость

Пример условного обозначения:

БСТ В25 (≥ 33 МПа) П1 (ОК 3 см) F₁200 W4 ГОСТ 7473-2010



Бетоны с 2000 года:

Вяжущее

Портландцемент:

- удельная поверхность цемента до 550 м²/кг;
- расход цемента на прочность 30-40 МПа: 250-350 кг;

Минеральные добавки:

- удельная поверхность до 24000 м²/кг.

Добавки – суперпластификаторы.

Вода – для подвижности ПЗ-П4 165-180 л на 1 м³

Следовательно, сочетание показателей вязкости, скорости и напряжения сдвига стало таким, что:

- бетонные смеси не растекаются с течением времени под действием собственного веса

смеси приобретают свойства самоуплотняющихся;

- легкость ручной обработки, распределения и уплотнения прямопропорциональна подвижности

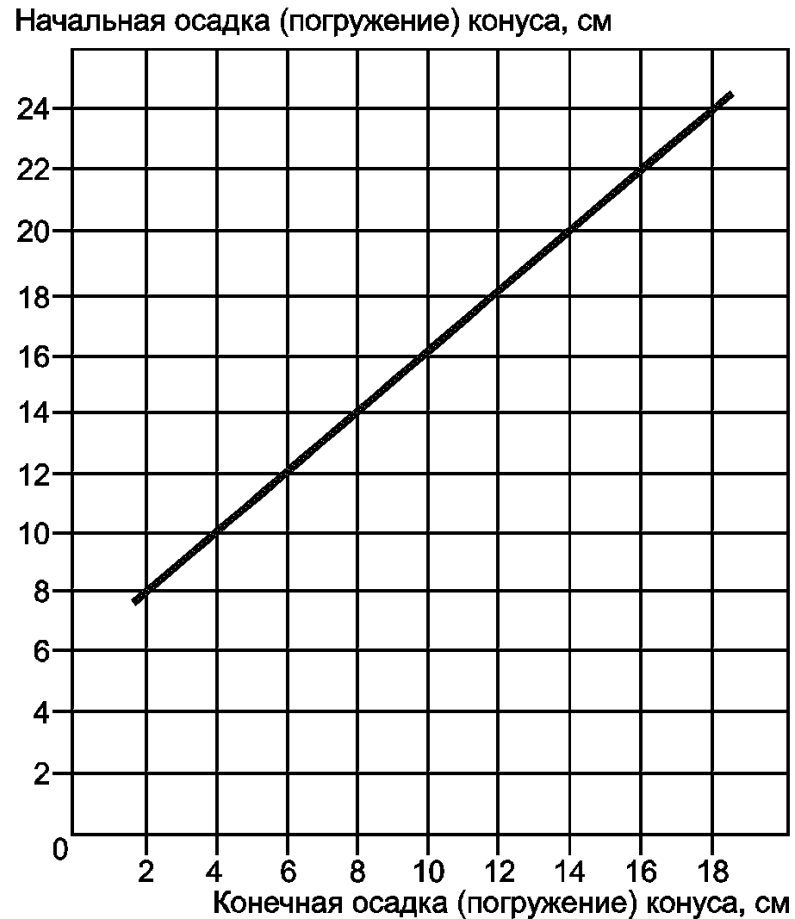
высокая подвижность не гарантирует удобоукладываемость;

- склонность смесей к сегрегации и седиментации прямопропорциональна расходу вяжущего

расслоение возможно при любом расходе вяжущего.

Сохраняемость удобоукладываемости

ГОСТ 30459-2008 Добавки для бетонов и строительных растворов. Определение и оценка эффективности

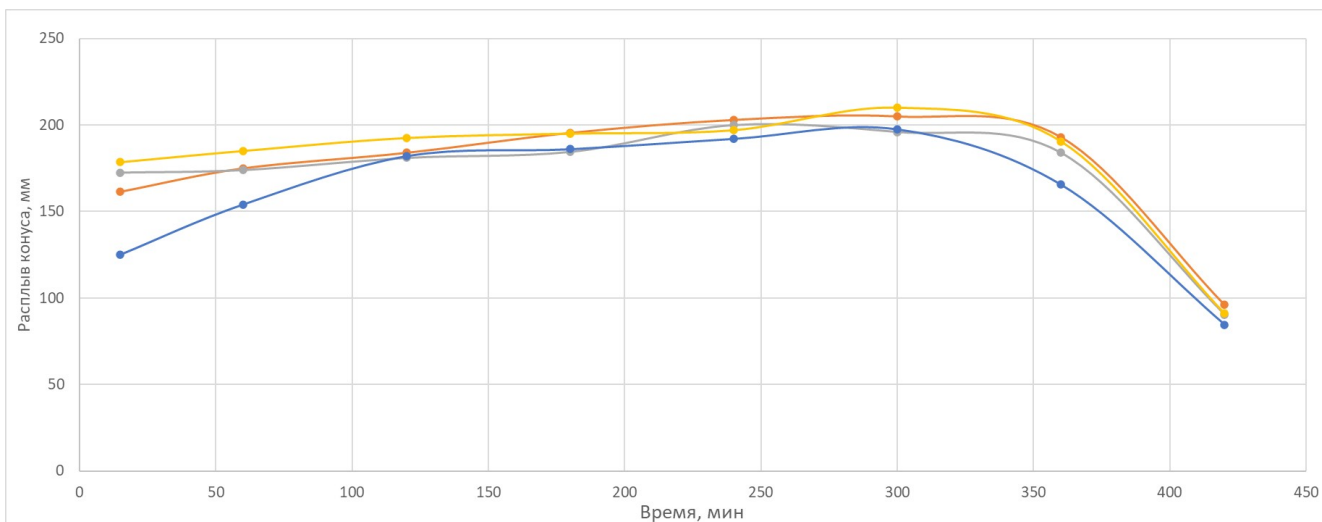
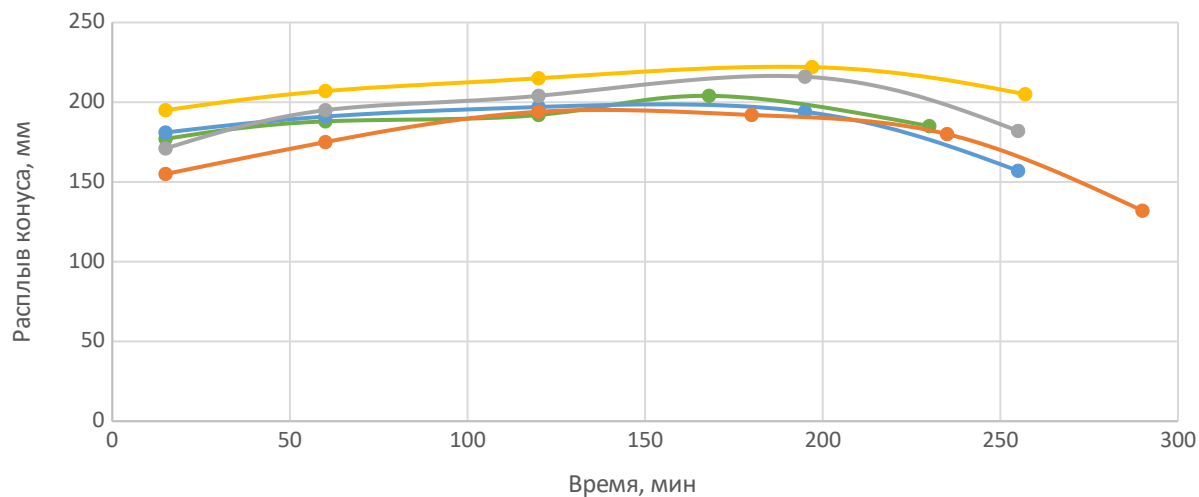


Водоредуцирующая основа химической добавки	Сохраняемость
ЛСТ- лигносульфанаты)	1-1,5 часа
NSF – (нафталинсульфанаты)	1-1,5 часа
PCE – поликарбоксилаты (короткий, быстрый)	1-2 часа

Замедлитель схватывания	Сохраняемость
Кремнийорганическая жидкость (ГКЖ)	до 5 часов
Нитрилотриметиленфосфоновая кислота (НТФ)	до 4 часов
Кормовая сахарная патока (меласса)	до 12 часов
PCE – поликарбоксилаты (длинный, медленный)	до 8 часов

Критерий сохраняемости подвижности: $\Delta 6$ см.

Сохраняемость удобоукладываемости



ИНСТРУКЦИЯ ПО СОХРАНЕНИЮ ПОДВИЖНОСТИ смесей бетонных и растворных до 8 часов с момента затворения

- и ■ вводят только в экстренных и аварийных ситуациях:
- плановая и внеплановая приостановка производства бетонных работ (поломка АБН, приостановка работы крана, отсутствие электроснабжения и т.п.);
 - внеплановая чрезмерно длительная доставка («пробки», ДТП, вес. контроль и т.п.).

Цель введения добавки	Отсрочка начала схватывания. Добавку вводят предупредительно (заранее, до начала резкой потери подвижности) на весь объем АБС.					
Способ введения	Дробный					
Время введения	Первое введение – не позднее 2-3 часов с момента изготовления. Второе введение – через 1,5-2 часа Далее добавку вводят ориентировочно 1 раз в час при контроле каждые 15 минут (возможное резкое снижение сохраняемости).					
Объем АБС	1 м ³	7 м ³	9 м ³	10 м ³	14 м ³	
Расход добавки на объем бетона в АБС, л / м ³	1 ч	0,25	1,8	2,3	2,5 л	3,5
	2 ч					
	3 ч	0,25	1,8	2,3	2,5 л	3,5
	4 ч	0,25	1,8	2,3	2,5 л	3,5
	5 ч	0,25	1,8	2,3	2,5 л	3,5
	6 ч					
Побочные эффекты	Возможно водоотделение (желтая вода на поверхности бетона), образующаяся в течение 3-5 минут после уплотнения. Водоотделение носит временный характер.					

- Добавки ■ и ■:
- не снижают кинетику набора прочности бетона, они работают только как замедлитель схватывания;
 - не оказывают негативного влияния на конечную прочность;
 - не вызывают расслоение смеси по раствороотделению, т.е. не снижают возможность перекачиваемости.
 - могут вызывать **водоотделение** (временный эффект), который проявляется в интервале времени между введением добавки и сроком, на который планировалась отсрочить потерю сохраняемости.

Водоотделение повысит прочность бетона (понижение В/Ц), но понизит водонепроницаемость и морозостойкость (сообщающиеся капилляры). Увеличится риск возникновения на боковой поверхности конструкций опор (стен, колонн, пилонов) следов водоотделения в виде «ручeyков» и подтеков. Рекомендуется либо начать разгрузку после стабилизации смеси (спустя время, на которое для продления сохраняемости была введена добавка), либо согласовать риск возникновения характерных дефектов с потребителем.

ВНИМАНИЕ: Использование добавок требует **СОГЛАСОВАНИЯ** с ИЛ и диспетчером.

Сохраняемость удобоукладываемости

ГОСТ 7473 Смеси бетонные. Технические условия

9.5 При использовании в качестве транспортного средства автобетоносмесителей на строительной площадке для восстановления удобоукладываемости (повышения подвижности с целью приведения к нормируемому значению) или в случае, если данная операция предусмотрена в технологическом регламенте, согласованном с потребителем, допускается введение в бетонную смесь раствора пластифицирующей добавки. Восстановление удобоукладываемости в обязательном порядке должно проводиться службой контроля качества потребителя, а количество добавляемого при этом раствора добавки, а также время дополнительного перемешивания смеси в автобетоносмесителе должны соответствовать технологическому регламенту и быть зафиксированы и оформлены актом.

СП 435.1325800.2018 Конструкции бетонные и железобетонные монолитные. Правила производства и приемки работ

6.2.10 При использовании в качестве транспортного средства автобетоносмесителей на строительной площадке для восстановления удобоукладываемости (повышения подвижности в целях приведения к нормируемому значению) или в случае, если данная операция предусмотрена в технологическом регламенте, согласованном с потребителем и изготовителем, допускается введение в бетонную смесь на строительной площадке определенного количества раствора пластифицирующей добавки.

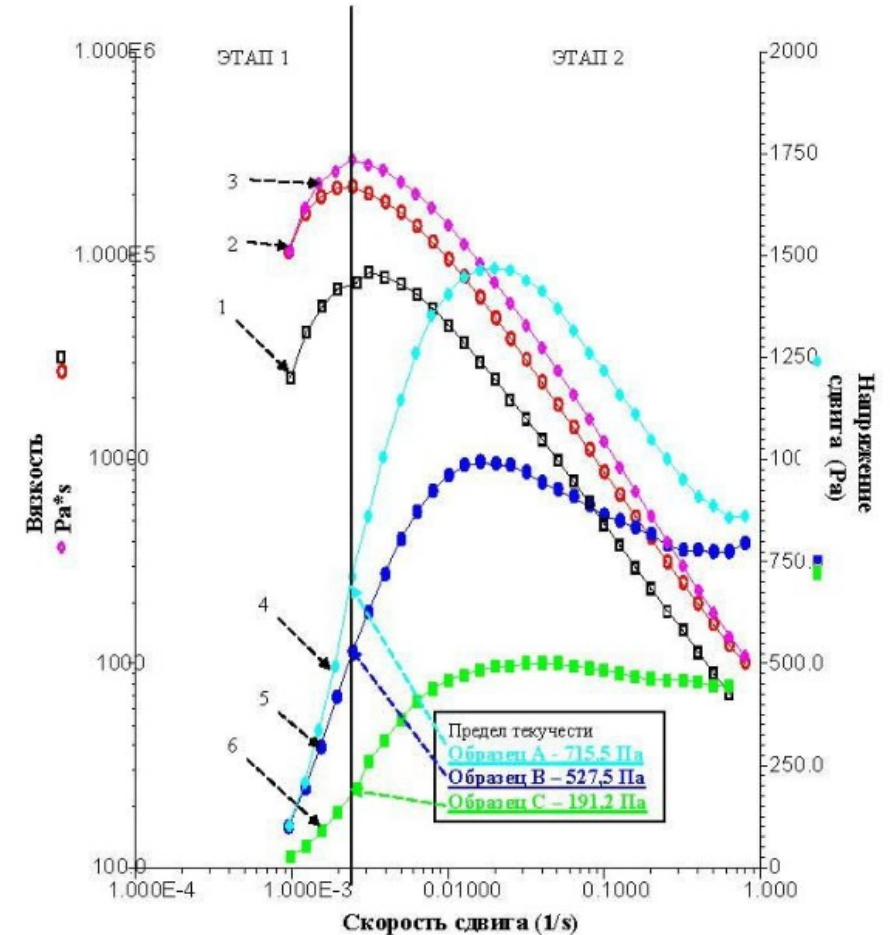
Восстановление удобоукладываемости в обязательном порядке должно проводиться службой контроля качества потребителя, а количество добавляемого при этом раствора добавки и время дополнительного перемешивания смеси в автобетоносмесителе должны соответствовать технологическому регламенту и быть зафиксированы и оформлены актом.

Высота свободного сбрасывания

2 Высота свободного сбрасывания бетонной смеси в опалубку конструкций в случаях, когда это не оговорено в технических регламентах ППР, может быть принята следующей:	Не более, м:	Измерительный, 2 раза в смену, журнал бетонных работ
колонн	3,5	
перекрытий	1,0	
стен	4,5	
неармированных конструкций	6,0	
слабоармированных подземных конструкций в сухих и связных грунтах	4,5	
густоармированных	3,0	

Повысить стойкость к расслоению бетонной смеси можно за счет:

- минеральных добавок с большой удельной поверхностью;
- химических добавок-стабилизаторов.



Высота подачи бетонной смеси АБН

Подача на высоту до:

- 150 м по вертикали возможна без использования специальных дополнительных компонентов бетонной смеси при удобоукладываемости смеси РК1;
- 400 м при удобоукладываемости смеси РК2 с применением модификаторов или АМД.



4.2.2 Реологические свойства бетонных смесей (удобоукладываемость, стойкость к расслаиваемости, а также вязкость и текучесть для СУБС) должны обеспечивать возможность перекачиваемости (подачу к месту укладки с применением АБН) на высоту до 600 м.



Задание на подбор состава

Минимальная требуемая прочность в промежуточном и проектном возрасте бетона

Технологические требования к бетонной смеси с учетом принятой технологии производства бетонных работ

Ограничения по составу бетона (параметрам состава и применяемым сырьевым компонентам)

Классы сред эксплуатации бетона (обеспечение долговечности)

Область строительства

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

БЕТОНЫ ТЯЖЕЛЫЕ И МЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Normal-weight and sand concretes. Specifications

ГОСТ 26633-2015

Приложение А
(обязательное)

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К БЕТОНАМ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫМ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЕЙ СТРОИТЕЛЬСТВА, И МАТЕРИАЛАМ ДЛЯ ИХ ПРИГОТОВЛЕНИЯ

А.1 Бетоны для гидротехнического строительства

А.2 Бетоны для дорожных и аэродромных покрытий и оснований

А.3 Бетоны для транспортного строительства

А.1 Бетоны для гидротехнического строительства

А.1.1 Требования к бетонам гидротехнических сооружений следует устанавливать в зависимости от степени агрессивного воздействия среды на бетон в разных зонах сооружения и с обязательным учетом массивности сооружений и расположения конструкций в гидротехнических сооружениях по отношению к горизонту воды.

А.1.2 Цементы следует выбирать в зависимости от места расположения зоны сооружения и агрессивности среды с учетом требований ГОСТ 31384:

- для бетонов внутренней и подводной зоны сооружения - сульфатостойкие цементы по ГОСТ 22266 или цементы типов ЦЕМ I - ЦЕМ V по ГОСТ 31108;

- для бетона наружной зоны и зоны переменного уровня воды - сульфатостойкие цементы типов ЦЕМ I СС, ЦЕМ II/A-Ш СС, ЦЕМ II/B-Ш СС по ГОСТ 22266; цементы типов ЦЕМ I, ЦЕМ II на основе клинкера с содержанием С3А до 7%, С3S до 60% с минеральной добавкой гранулированного доменного шлака до 15% по ГОСТ 31108.

А.1.3 Для бетонов массивных сооружений следует применять сульфатостойкий цемент по ГОСТ 22266 на основе клинкера с содержанием С3S до 60%, цементы типов ЦЕМ I - ЦЕМ V по ГОСТ 31108 на основе клинкера с содержанием С3А до 7%, С3S до 60%.

А.1.4 Для бетонов внутренней зоны гидротехнических сооружений допускается применение песка с содержанием пылевидных и глинистых частиц до 15% при обеспечении проектных требований по прочности и водонепроницаемости.

А.1.5 Содержание пылевидных и глинистых частиц в мелком заполнителе для бетона, применяемого в зоне переменных уровней воды и зоне воздействия высокоскоростных потоков, не должно превышать 2,0% массы.

А.1.6 Глина в комках в крупном и мелком заполнителях для бетона гидротехнических сооружений не допускается.

А.1.7 Содержание слюды в мелком заполнителе для бетона гидротехнических сооружений, % массы, не должно превышать:

1 - для бетона зоны переменного уровня воды;

2 - для бетона надводной наружной зоны;

3 - для бетона внутренней и подводной зон.

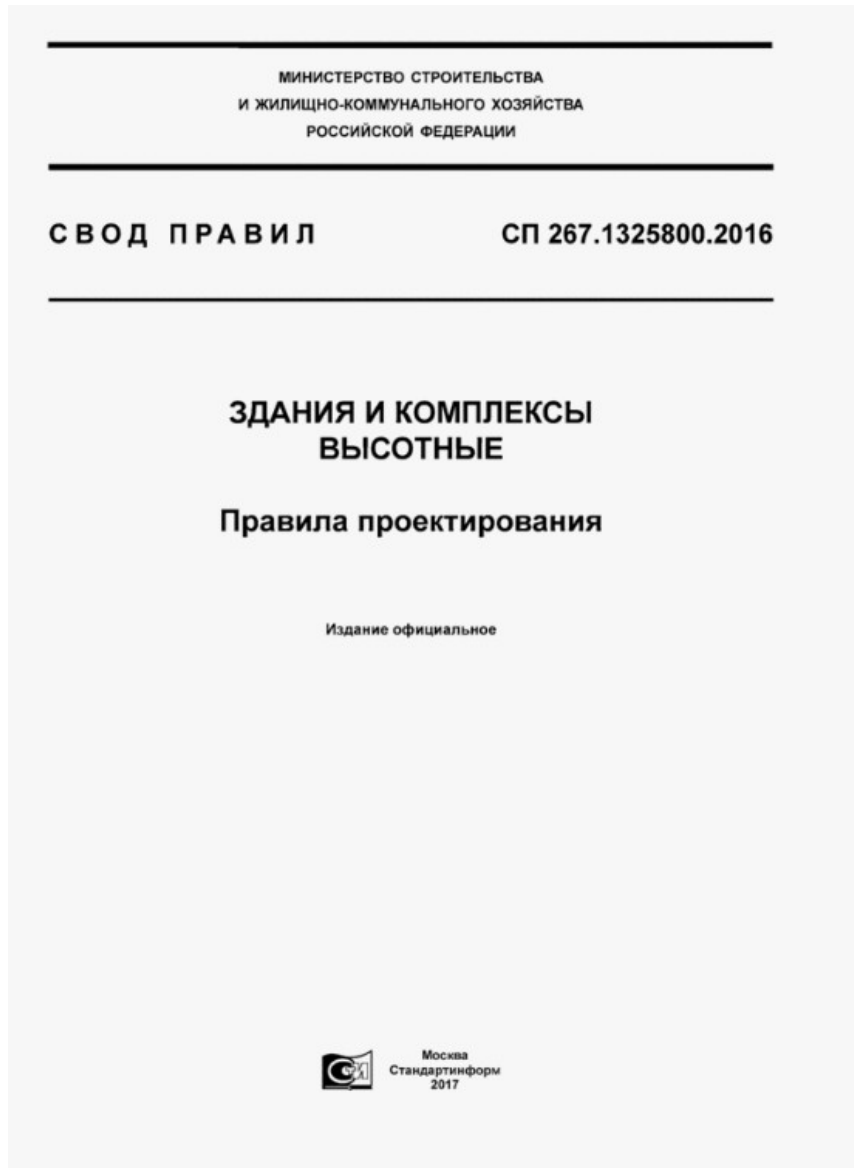
А.1.8 Морозостойкость песка для бетона гидротехнических сооружений следует определять на фракции 1,25 - 5,0 мм. После 25 циклов замораживания и оттаивания по ГОСТ 8735 содержание фракции менее 1,25 мм не должно быть более 7%.

А.1.9 Для бетонов поверхностей, выходящих к высокоскоростному потоку воды (водосливы, облицовки тоннелей и т.д.), следует применять щебень, щебень из гравия и валунов или гравий с прочностью по дробимости не ниже 1000, марки по истираемости в полочном барабане И-I.

А.1.10 Допускается при строительстве массивных гидротехнических сооружений применение щебня и гравия с зернами размером от 120 до 150 мм.

При использовании гравия (валунов) с размером зерен более 150 мм его (их) следует вводить непосредственно в блок бетонирования при укладке бетонной смеси.

Область строительства



8.2.5.5 Материалы для производства бетонных смесей должны соответствовать следующим требованиям:

- в качестве вяжущих следует применять портландцементы, соответствующие требованиям ГОСТ 10178, ГОСТ 22266 и ГОСТ 31108;
- заполнители для бетонов должны соответствовать требованиям ГОСТ 8267, ГОСТ 8736 и ГОСТ 32496;
- в качестве добавок следует применять химические, минеральные и органо-минеральные модификаторы, соответствующие требованиям ГОСТ 24211, ГОСТ Р 56178 и ГОСТ Р 56592; (в ред. Изменения N 1, утв. Приказом Минстроя России от 30.12.2020 N 918/пр)
- вода должна соответствовать требованиям ГОСТ 23732.

8.2.5.6 При производстве бетонных смесей для высокопрочных бетонов (классов В60 - В100) следует применять портландцементы марок ЦЕМ I 52,5 (ГОСТ 31108) и ПЦ 500 ДО (ГОСТ 10178) с содержанием С3А в клинкерной части в количестве не более 8%, суперпластификаторы, соответствующие ГОСТ 24211, микрокремнезем, метакаолин, кислую золу-уноса, доменный гранулированный шлак, соответствующие ГОСТ Р 56592, или органо-минеральные модификаторы, соответствующие ГОСТ Р 56178.

(в ред. Изменения N 1, утв. Приказом Минстроя России от 30.12.2020 N 918/пр)

8.2.5.7 Предельный расход портландцемента при производстве тяжелых бетонов классов до В100 включительно не должен превышать 550 кг/м³ в пересчете на клинкерную часть цемента.

8.2.5.9 Для предотвращения образования недопустимых трещин в массивных конструкциях (фундаменты, стены ядер жесткости и т.п.) в связи с изменением термонапряженного состояния, вызванного перепадом температур и усадкой, при соответствующем обосновании должны быть предусмотрены дополнительное конструктивное армирование конструкции и/или разбивка конструкции на блоки (фрагменты) бетонирования, а также снижение экзотермии бетона за счет замещения части цемента минеральными или органо-минеральными добавками и охлаждение бетонной смеси.

8.2.5.10 При возведении колонн, стен ядер жесткости, пилонов из высокопрочных бетонов следует предотвращать вызванный экзотермией бетона саморазогрев до температуры выше 80 °С путем сокращения расхода цемента в составе бетона, охлаждения бетонной смеси и выполнения других технологических мероприятий.

Вывод

Задание на подбор состава должно включать:

- нормируемые показатели качества бетона в проектном возрасте (с указанием минимальной требуемой прочности бетона);
- прочность бетона в промежуточном возрасте (конкретное значение, доли и проценты от проектного класса);
- конкретные значения показателей удобоукладываемости;
- другие специфические технологические свойства бетонной смеси с учетом технологии производства бетонных работ (сохраняемость, способность к перекачиваемости, повышенную стабильность и др.);
- область строительства;
- класс среды эксплуатации.



Записная книжка руководителя лаборатории

✓ Вы подписаны



https://vk.com/spb_lab

Контактная информация:
Миронова Анна Юрьевна
+7 964 388-52-32
au-mironova@ya.ru



Национальная ассоциация СОЮЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ БЕТОНА



Бетонный чат
721 members



t.me/benovosti
Link

