ЦНИИОМТП Госстроя СССР

Рекомендации

по доставке бетонных смесей автотранспортными средствами



Москва 1988

gost.e-ecolog.ru

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И ПРОЕКТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
ОРГАНИЗАЦИИ, МЕХАНИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ
ПОМОЩИ СТРОИТЕЛЬСТВУ
(ЦНИИОМТП) ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ДОСТАВКЕ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ АВТОТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ

Москва Стройиздат 1988

УДК 693.546.5

Рекомендованы к изданию решением секции организации и технологии строительства Научно-технического совета ЦНИИОМТП Госстроя СССР.

Рекомендации по доставке бетонных смесей автотранспортными средствами/ЦНИИОМТП. — М.: Стройиздат, 1988. — 95 с.

Содержат данные о существующих способах, средствах и режимах доставки автомобилями и дополнительным оборудованием тяжелых и легких бетонных смесей.

Освещены вопросы выбора технологии доставки, подбора состава и определения исходной температуры транспортируемых в различных атмосферно-климатических условиях бетонных смесей и количества средств доставки.

Для инженерно-технических работников строительных организаций.

Р $\frac{3603010000-496}{047(01)-88}$ Инструкт.-нормат., I вып. — 91—87

© Стройиздат 1988

ВВЕДЕНИЕ

Необходимость издания настоящих Рекомендаций обусловлена значительным объемом и высокой стоимостью транспортируемых бетонных смесей, реальной опасностью ухудшения их свойств и возможностью их значительных потерь, а также отсутствием единого документа подобного рода.

Представленные Рекомендации имеют целью довести до широкого круга специалистов в систематизированной и удобной для практического применения форме новые и традиционные, но разрозненные сведения по вопросам транспортирования тяжелых и легких бетонных смесей, а также необходимые аспекты их приготовления и укладки, объединенные в единую технологию доставки бетонных смесей.

При составлении Рекомендаций использованы научные разработки, труды и другие опубликованные материалы ЦНИИОМТП, НИИЖБ, БелНИИУС, МИСИ, ТИСИ, НИСИ, ТашНИИМСХ, ИПИ, ВНИИСТ, Гидропроекта, СибЗНИИЭП, Красноярского Промстройниипроекта, ВНИИстройдормаша, Минуралсибстроя СССР, Норильского горно-металлургического комбината, ЦНИИЭП жилища.

Рекомендации разработаны ЦНИИОМТП Госстроя СССР (канд. техн. наук В. И. Остромогольский)

Замечания и предложения по Рекомендациям просим направлять в ЦНИИОМТП Госстроя СССР по адресу: 127434, Москва, Дмитровское шоссе, 9.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Доставка бетонных смесей — это комплексный технологический процесс, включающий транспортирование, приготовление смеси и управление ее свойствами в процессе транспортирования, погрузочные и разгрузочные операции, подогрев и распределение выгружаемой смеси, перегрузку смеси во внутриобъектное бетоноподающее оборудование. Кроме того, приведены примеры определения исходных составов и температур транспортируемых смесей.

1.2. Процесс доставки бетонных смесей отличается тем, что во время его осуществления происходит значительное изменение свойств смесей, в связи с чем требуется единый методический подход к выбору и обоснованию способов, средств и режимов его осуществления, изложенный в настоящих Рекомендациях.

1.3. Основная исходная предпосылка настоящих Рекомендаций — обеспечение строительных объектов бетонными смесями с заданными и необходимыми им свойствами и температурой смеси, а также их поставкой в необходимых объемах и темпе.

1.4. В Рекомендациях рассмотрен процесс доставки в зависимости от процессов и средств как приготовления, так и внутриобъектной обработки смесей, их подачи и укладки.

1.5. Рекомендации предусматривают использование как самых современных, так и традиционных средств и способов доставки бетонной смеси и рассматривают вопросы их совместной и отдельной применимости с единых научно-методических позиций.

1.6. Настоящие Рекомендации содержат сведения по технологии доставки тяжелых и легких бетонных смесей в готовом виде с различными видами их побуждения, в том числе пластифицирующего перемешивания, а также без побуждения. Кроме того, они содержат материалы по доставке сухих бетонных смесей, содержащих высушенные и увлажненные заполнители. В Рекомендациях освещены вопросы использования специальных химических добавок при доставке бетонных смесей в различных условиях.

1.7. Большое внимание в Рекомендациях уделено вопросам установления допустимых, расстояний транспортирования, выбора средств, способов и режимов доставки, в том числе при различных климатических и температурных условиях, определения исходных температур, подвижностей и составов транспортируемых смесей, расчета необходимого количества автомобильных средств. Освещены вопросы отпуска, приема и гарантий качества доставляемых автомобилями бетонных смесей, а также техники безопасности работ по доставке.

1.8. Доставка бетонных смесей должна осуществляться в соответствии с технологическими картами, утвержденными Госстроем

СССР или госстроями союзных республик и строительными министерствами СССР.

1.9. Все специализированные автотранспортные средства для доставки бетонных смесей должны удовлетворять соответствующим техническим требованиям, утвержденным Госстроем СССР.

2. ТЕХНОЛОГИЯ И СРЕДСТВА ДОСТАВКИ ТЯЖЕЛЫХ И ЛЕГКИХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

2.1. Бетонные смеси представляют собой упруговязкопластичную массу с изменяющимися во времени и в процессе различных операций свойствами. При этом в целях качественного строительства необходимо, чтобы показатели свойств и температура бетонной смеси и приготовленных из нее бетонов после всех операций находились на определенном допустимом уровне, а общая продолжительность всех операций $T_{об}$, включающая продолжительность загрузки смеси в автомобиль $T_з$, ее доставки в нем, в том числе порционной $T_д$, и разгрузки $T_р$, выдерживания на объекте до укладки $T_в$, внутриобъектной подачи $T_п$ и укладки $T_у$, а также допускаемого технологического резерва времени $T_{т.р}$, не должна превышать сроков начала схватывания смеси, ее жизнеспособности $T_ж$, предопределяемого как свойствами смеси, так и ее податливостью к переработке, подаче, укладке и уплотнению имеющимися средствами

$$T_{об} = (T_з + T_д + T_р + T_в + T_п + T_у + T_{т.р}) \leqslant T_ж. \qquad (1)$$

2.2. Процесс транспортирования бетонных смесей, часто осуществляемый на значительные расстояния в неприспособленных для этого автосамосвалах, особенно интенсивно способствует ухудшению свойств смесей, ввиду чего специализированные средства, предназначенные для доставки бетонных смесей, и ее технология должны обеспечивать максимально возможное сохранение свойств и температуры смесей, исключать попадание в нее атмосферных осадков, не нарушать ее однородности, исключать потери цементного молока или раствора в пути, обеспечивать предохранение от вредного воздействия положительных и отрицательных температур, а также ветра и солнечных лучей.

2.3. Транспортирование бетонной смеси должно быть организовано так, чтобы на месте укладки она имела заданную подвижность, температуру и однородность, а изготовленный из нее бетон должен иметь проектную марку по прочности и, при необходимости, морозостойкости, водонепроницаемости, истираемости и другим требующимся характеристикам.

2.4. Существуют различные методы доставки бетонных смесей, однако всегда следует учитывать, что эффект воздействия, а также допустимая длительность каждой операции могут изменяться за счет усиливающего или компенсирующего воздействия или длительности других операций и имеющегося резерва времени (например, расслоение перевезенной смеси может компенсироваться ее перемешиванием на строительном объекте, а длительная, порционная доставка — сокращением сроков хранения смеси на объекте перед укладкой или технологическим резервом времени).

2.5. Бетонные смеси поставляются изготовителем в следующих видах:

а) готовой затворенной водой смеси;

б) частично приготовленной бетонной смеси, затворенной частью необходимого количества воды с последующим добавлением в пути или по прибытии на объект оставшейся части воды и дополнительным перемешиванием всей массы смеси;

в) сухих смесей, содержащих высушенные заполнители (насыпная смесь вяжущего с крупными мелким заполнителем);

г) сухих смесей, содержащих влажные заполнители;

д) расфасованных в специальную тару (резиновые или бумажные мешки и т. п.) сухих смесей, содержащих высушенные заполнители.

2.6. Для транспортирования бетонной смеси в зависимости от ее первоначальной подвижности, скорости схватывания применяемого цемента, дальности и температурно-влажностных условий перевозок, а также состояния дорог могут применяться автобетоносмесители и автобетоновозы. В отдельных случаях транспортирование бетонной смеси может осуществляться в усовершенствованных автосамосвалах, бадьях и бункерах, установленных на автомашинах (автобадьевозы), а также на железнодорожных платформах с мото- или электротягой. Виды и характеристики основных используемых автосредств для транспортирования бетонной смеси и ее компонентов приведены в прил. 1—4. Все автотранспортные средства должны иметь характеристику вместимости их кузовов и смесительных барабанов при перевозке бетонных смесей различной плотности.

2.7. Для обеспечения необходимых свойств и температуры смеси применяется введение в них специальных химических добавок, а также подогрев, охлаждение и термоизоляция как самих смесей, так и их составляющих.

2.8. Выбор средств и режимов перевозок бетонных смесей, а также определение допустимого времени и дальности их транспортирования (с целью сохранения свойств смеси) должны устанавливаться с учетом местных условий по методике, изложенной в настоящей главе.

2.9. В целях предотвращения расслоения и сохранения технологических свойств перевозимой бетонной смеси рекомендуется следующее:

перевозки бетонной смеси осуществлять по дорогам и подъездным путям, покрытым жестким покрытием, не имеющим выбоин и других дефектов;

транспортирование бетонной смеси организовать так, чтобы максимально сократить количество перегрузочных операций и по возможности осуществлять разгрузку смеси непосредственно в бетонируемую конструкцию или бетоноукладочное оборудование, что может быть обеспечено устройством подъездных путей к месту ее укладки;

ограничить высоту свободного падения бетонной смеси при выгрузке ее из автотранспортных средств 1,5 м. В противном случае автотранспорт должен быть снабжен специальными лотками для подачи смеси к месту укладки;

перевозки бетонных смесей в зимних условиях или в условиях сухого и жаркого климата рекомендуется осуществлять согласно специальным организационно-техническим мероприятиям по предохранению смесей от переохлаждения или от перегревания;

при транспортировании бетонных смесей в зимних условиях пункты перегрузок смеси защищать от ветра и снега;

во избежание перегрева бетонной смеси при перевозках в условиях высоких положительных температур необходимо красить кузова специальных автомашин в белый цвет.

2.10. Рекомендуется оснащать специальный автотранспорт для перевозок бетонных смесей оборудованием для радиосвязи с центральным диспетчерским пунктом и со строительными объектами.

2.11. Емкости, в которых перевозится бетонная смесь, должны систематически очищаться и промываться. Не рекомендуется в процессе очистки кузова подвергать его ударному воздействию ручным инструментом (кувалда, лом и т. д.).

ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ПРИГОТОВЛЕНИЕ АВТОБЕТОНОСМЕСИТЕЛЯМИ

2.12. Автобетоносмесители — специализированные машины для перевозки сухих бетонных смесей и приготовления в пути следования готовых бетонных смесей. Автобетоносмесители могут быть использованы для перевозки готовых смесей с побуждением их в пути, а также частично приготовленной смеси. Загрузка автобетоносмесителей сухой смесью и водой или готовой смесью производится на специализированных заводах товарного бетона.

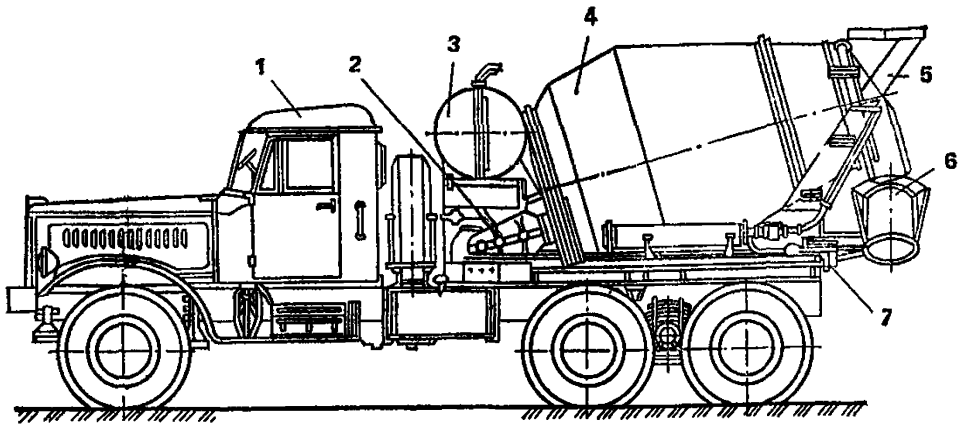


Рис. 1. Схема автобетоносмесителя СБ-92

1 — кабина; *2* — привод; *3* — бак для воды; *4* — смесительный барабан; *5* — загрузочная воронка; *6* — лоток; *7* — рычаги управления смесительным барабаном

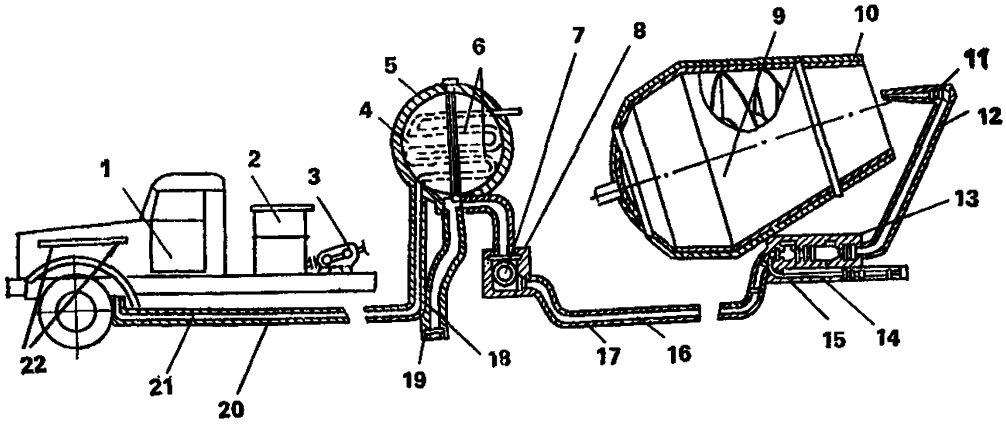


Рис. 2. Схема зимнего автобетоносмесителя

1 — базовое автошасси; *2* — двигатель смесительного барабана; *3* — редуктор смесительного барабана; *4* — водяной бак; *5* — термоизолятор водяного бака; *6* — змеевик для пропуска выхлопных газов; *7* — водяной насос; *8* — термоизолятор насоса; *9* — бетоносмесительный барабан; *10* — термоизоляция бетоносмесительного барабана; *11* — разбрызгиватель водяной системы; *12* — термоизоляция подводящей трубы и разбрызгивателя; *13* — прибор регулирования подачи воды; *14* — сливная труба; *15* — термоизоляция приборов регулирования подачи воды и сливной трубы; *16* — магистральная водоподающая труба; *17* — термоизоляция магистральной трубы; *18* — сливная труба; *19* — термоизоляция сливной трубы; *20* — газоподающая труба; *21* — термоизоляция газоподающей трубы (только по согласованию с автомобильным заводом); *22* — двигатель базового автошасси

2.13. Автобетоносмеситель (рис. 1) состоит, как правило, из шасси базового автомобиля, привода или дополнительного двигателя для вращения смесительного барабана, бака для воды, смесительного барабана с аварийным люком, загрузочного устройства, устройства ручного управления смесительным барабаном, навесного оборудования для распределения смеси при ее выдаче.

Таблица 1

Режим доставки	Вид перевозимой смеси	Стадии доставки: загрузка барабана		предварительное перемешивание или приготовление		транспортирование		периодическое пластифицирующее перемешивание		приготовление или доготовка		выгрузка	
		Скорость движения автобетоносмесителя, км/ч: 0,0		не более 10		20,0—30,0		не более 10		не более 5,0—10,0		0,0—5,0	
		частота, об/мин	время, мин	частота, об/мин	время, мин	частота, об/мин	время, мин	частота, об/мин	время, мин	частота, об/мин	время, мин	частота, об/мин	время, мин
А	Сухая, содержащая высушенные заполнители	8—16 / 6—8	Переменное из расчета 1,5—2 м³ массы в минуту	4—8 / 2—5	5—8 / 5—8	—	—	—	—	6—12 / 4—8	15 / 20	6—12 / 5—8	1
Б	Сухая, содержащая влажные заполнители	8—16 / 6—8		4—8 / 2—5	5—10 / 5—10	—	—	—	—	6—12 / 4—8	20 / 25	6—12 / 5—8	Переменное из расчета 0,5—2,5 м³ смеси в минуту
	Частично затворенная	8—16 / 8—12		6—10 / 4—6	10—15 / 10—15	Не более 3,5		18—20 Постоянное / Периодическое	—	6—12 / 4—8	15 / 20	6—12 / 5—8	
В	Готовая бетонная	10—18 / 8—16		6—12 / 4—8	15—20 / 20—25	Не более 3,5		18—20 Постоянное / Периодическое	18—20 / 16—18	Переменное / 3—13	—	6—12 / 5—8	

* Над чертой приведены значения параметров доставки тяжелых бетонных смесей, под чертой — легких бетонных смесей.

2.14. Для доставки бетонных смесей при низких отрицательных температурах используются автобетоносмесители с подогреваемым водяным баком, а для доставки при высоких положительных и отрицательных температурах — с термоизолированным водяным баком и бетоносмесительным барабаном (рис. 2).

2.15. В зависимости от вида смеси, загружаемой в барабан автобетоносмесителя, возможна его работа в трех режимах:

а) при доставке сухой смеси, содержащей высушенные заполнители, — включение барабана в пути следования или на строительном объекте за 10—20 мин до разгрузки (режим А);

б) при доставке сухой смеси, содержащей влажные заполнители, или частично затворенной смеси — включение барабана непосредственно после его наполнения (режим Б);

в) при доставке готовой смеси (режим В) — периодическое включение и выключение барабана во время транспортирования смеси до объекта или постоянное вращение барабана с минимальной частотой при периодическом увеличении частоты вращения (пластифицирующее перемешивание).

2.16. Рекомендуемые параметры основных режимов доставки бетонных смесей в автобетоносмесителях представлены в табл. 1.

Доставка бетонной смеси автобетоносмесителем при постоянном вращении барабана с частотой выше 2—3,5 об/мин не рекомендуется.

2.17. При эксплуатации автобетоносмесителей в режиме А исходные компоненты смеси должны быть сухими, влажность песка — не более 0,5 %, иначе в барабане смесителя образуются комья слипшегося с заполнителем цемента, что в дальнейшем значительно ухудшает качество бетона и препятствует выгрузке бетонной смеси из барабана.

2.18. Кузова автобетоносмесителей рекомендуется промывать водой после каждой перевозки бетонной смеси и после каждой рабочей смены.

ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ АВТОБЕТОНОВОЗАМИ

2.19. Автобетоновозы — специализированные машины, предназначенные для перевозок готовых бетонных смесей и растворов на расстояния до 45 км. Они имеют высокие кузова каплевидной формы, расположенные в зоне минимальной вибрации рамы базового автомобиля (зона комфорта), благодаря чему обеспечивается сохранность перевозимой бетонной смеси от расслоения и разбрызгивания. Для предохранения смеси от воздействия атмосферных осадков и ветра кузов имеет крышку, а для предохранения смеси от воздей-

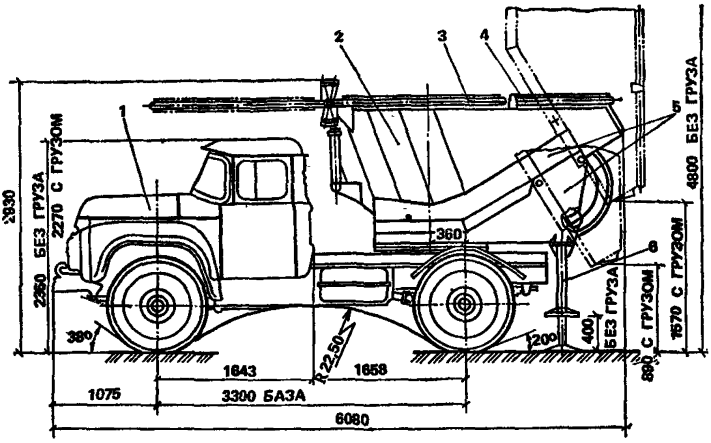


Рис. 3. Схема автобетоновоза с трехсторонней разгрузкой на двух уровнях

1 — шасси; *2* — кузов; *3* — передняя крышка кузова; *4* — задняя крышка кузова; *5* — поворотная рама; *6* — опорное устройство

ствия отрицательных и положительных температур — двойную обшивку с пространством между ее листами, которое позволяет снабдить кузов специальным термоизолятором. Некоторые автобетоновозы снабжены термоактивными кузовами, позволяющими осуществлять подогрев смеси без ее пригорания (см. разд. 7) выхлопными газами автомобиля.

2.20. Автобетоновоз (рис. 3) состоит из собственно базовой автомашины, ковшеобразного кузова (иногда внутри кузова размещены вращающиеся лопасти) со специальной крышкой, опорно-поворотного круга и платформы (при разгрузке смеси только назад этот круг отсутствует), которая дает возможность значительно увеличить высоту выгрузки смеси и поворачивать кузов на 90° в горизонтальной плоскости, системы управления кузовом, дозирующего устройства, крепящегося к опорной части платформы или расположенного внутри кузова.

ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ АВТОСАМОСВАЛАМИ

2.21. В условиях отсутствия специального транспорта допустимо применение автосамосвалов при транспортировании бетонных смесей лишь на короткие расстояния и только при осуществлении следующих мероприятий:

в целях уменьшения потерь бетонной смеси в результате ее выплескивания в момент уменьшения или увеличения скорости, а также при резком торможении или начале движения рекомендуется наращивать борта его кузова не менее чем на 40 см;

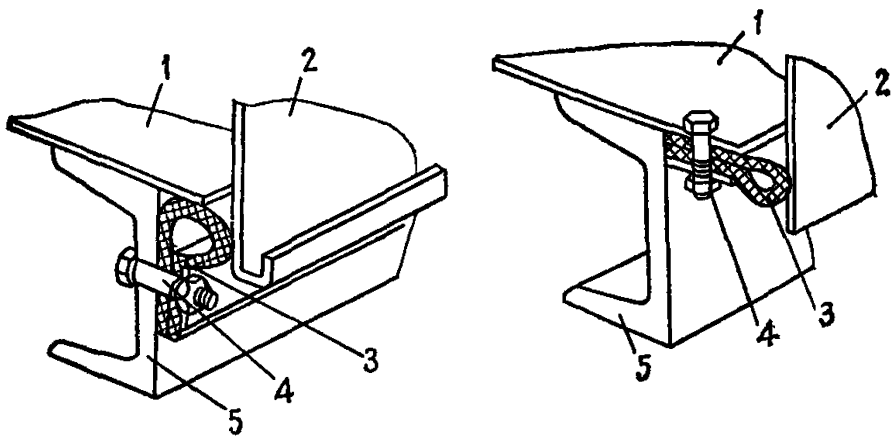


Рис. 4. Примыкание заднего борта к кузову автосамосвала

1 — кузов; *2* — задний борт; *3* — резиновая прокладка; *4* — болт; *5* — лонжерон кузова

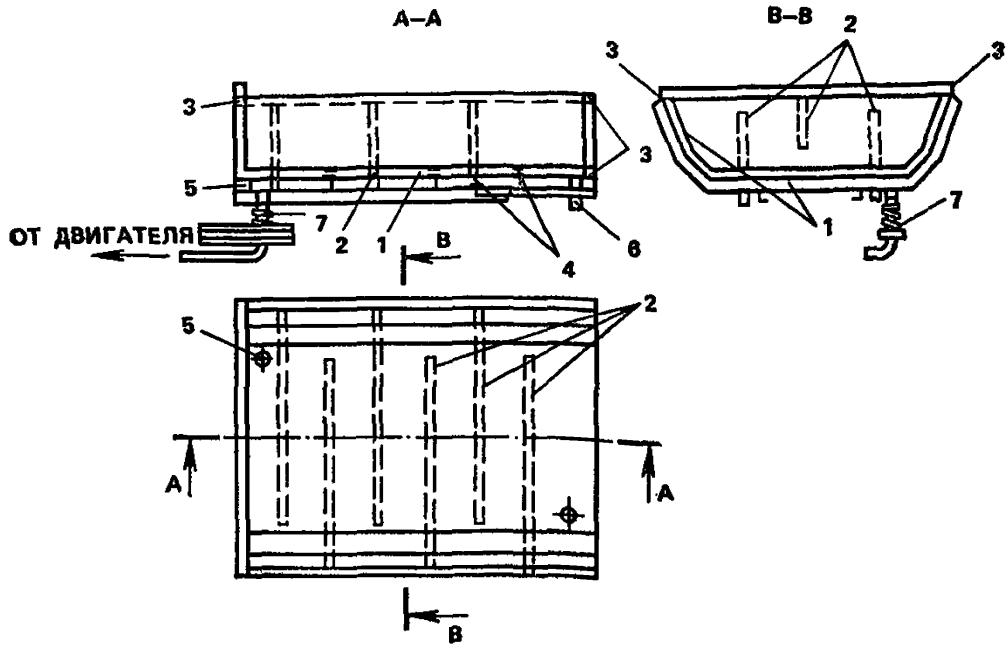


Рис. 5. Кузов автосамосвала, оборудованный для обогрева выхлопными газами

1 — дополнительные стенки из листовой стали; *2* — средние брусья; *3* — брусья, замыкающие полость; *4* — поперечные балки основания кузова; *5* — отверстия для прохода газов в обогреваемую полость; *6* — патрубок для выброса газов в атмосферу; *7* — газопровод с разъемным соединением

для ликвидации утечки растворной части бетонной смеси рекомендуется уплотнять место примыкания заднего борта к кузову прокладками из листовой резины, транспортерных лент или шлангов (рис. 4). Может быть также сделан неоткрывающийся наклонный задний борт аналогично конструкциям автобетоновозов;

в целях сохранения температуры бетонной смеси, перевозимой автосамосвалами при температурах наружного воздуха выше +10 и ниже —5 °С, рекомендуется устраивать термоизоляцию кузова аналогично термоизоляции автобетоновоза;

в отдельных случаях при перевозке смеси зимой на расстояния до 5 км возможно применение автосамосвалов с кузовами, обогреваемыми выхлопными газами (рис. 5 и п. 7.7 настоящих Рекомендаций).

2.22. Для облегчения и сокращения времени выгрузки бетонной смеси из кузовов автосамосвалов рекомендуется использовать вибропобудители, имеющиеся в гидроцилиндрах некоторых автосамосвалов; для этой же цели может быть также использован обычный автомобильный стартер с навешенным на его якорь дебалансом. В этих же целях рекомендуется увеличить угол подъема кузова автосамосвала до 85—90°.

ПРОЧИЕ ВИДЫ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

2.23. Транспортирование бетонных смесей может осуществляться автобадьевозами, автомототележками и железнодорожными платформами.

2.24. Автобадьевоз (рис. 6, прил. 2) предназначен для перевозок готовых смесей в отдельных специальных бадьях, которые ставятся и снимаются с рамы бадьевоза с помощью подъемного крана и вместе с находящейся в бадье смесью оставляются на строительном объекте для последующего использования.

С помощью бадьевоза можно доставлять смесь мелкими порциями в любую точку строительной площадки.

2.25. Для обеспечения высоких темпов подачи бетонной смеси может быть рекомендовано применение железнодорожных платформ с мото- и электротягой, на которые устанавливаются съемные бадьи с готовой бетонной смесью.

2.26. Небольшие количества бетонной смеси (до 0,1—0,2 м^3) могут доставляться на короткие расстояния автомототележками, имеющими специальный опрокидной бункер (рис. 7).

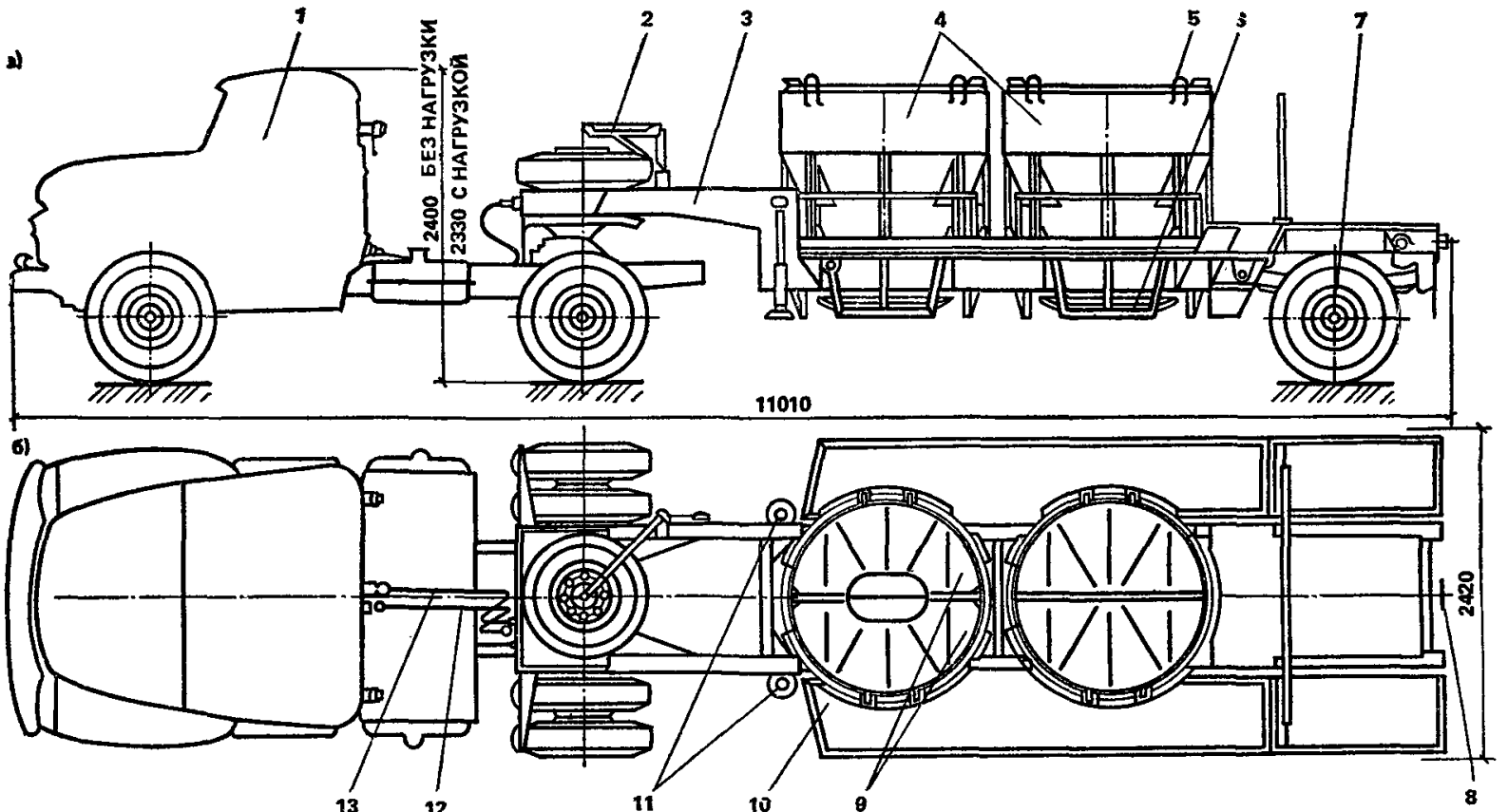


Рис. 6. Схема автобадьевоза

а — вид сбоку; *б* — вид сверху; *1* — автотягач; *2* — сидельно-сцепное устройство; *3* — полуприцеп; *4* — бадьи; *5* — подъемные петли бадьи; *6* — выгрузочный затвор; *7* — задняя ось полуприцепа; *8* — стояночный тормоз; *9* — крышка бадьи; *10* — рама полуприцепа; *11* — опорное устройство полуприцепа; *12* — дополнительное электрооборудование; *13* — невмопривод тормозов

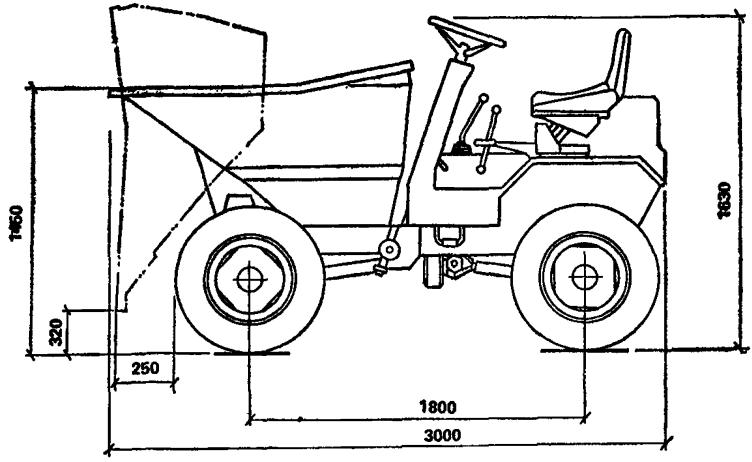


Рис. 7. Мототележка для доставки бетонных смесей

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СОВМЕЩЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ДОСТАВКИ И УКЛАДКИ СМЕСЕЙ

2.27. Для совмещения функций доставки и укладки бетонных смесей автобетоносмесители снабжаются специальными распределительными транспортерами (рис. 8), а автобетоновозы — лотками.

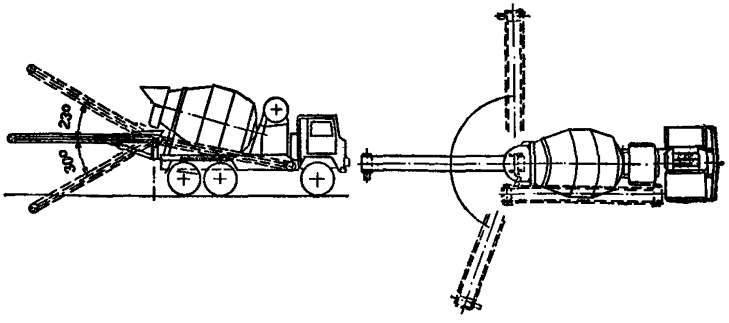


Рис. 8. Автобетоносмеситель, оборудованный транспортером

2.28. Некоторые зарубежные автобетоносмесители оборудованы бетононасосами с распределительной стрелой (рис. 9).

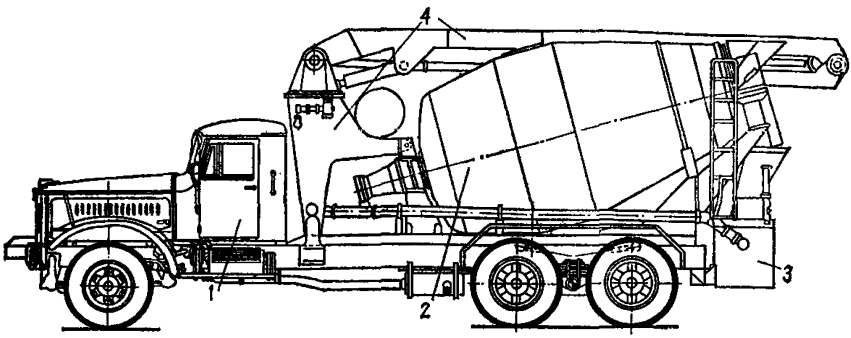


Рис. 9. Автобетоносмеситель, оборудованный бетононасосом со стрелой (транспортное положение)

1 — шасси; *2* — смесительный барабан; *3* — бетононасос; *4* — распределительная стрела

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДОСТАВКИ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

2.29. В качестве дополнительного оборудования при доставке бетонных смесей используются перегрузочные самоподъемные бункера и специальные перегружатели-смесители.

2.30. Бункера (рис. 10) используются для приема смеси из автосамосвалов, а также при необходимости создать запас бетонной смеси. Бункер снабжен вибропитателем и предназначен для приема бетонной смеси из автомобилей-самосвалов и регулируемой выдачи

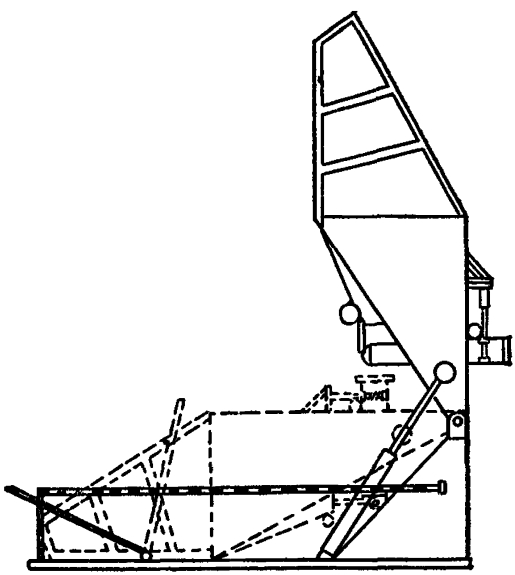


Рис. 10. Бункер перегрузочный самоподъемный

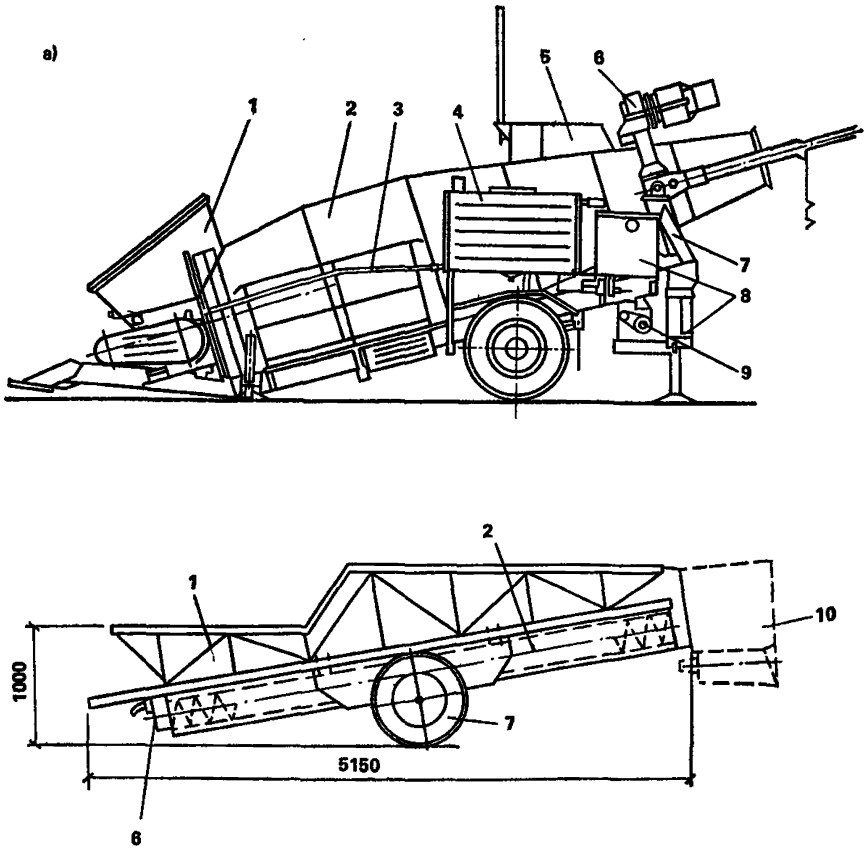


Рис. 11. Схема перегружателя-бетоносмесителя

а — гравитационного действия; *б* — принудительного действия; *1* — приемный бункер; *2* — смеситель; *3* — система подачи воды; *4* — бак; *5* — пульт управления; *6* — механизм вращения; *7* — ходовая часть; *8* — гидрооборудование; *9* — привод; *10* — приемный бункер бетононасоса

ее в бункера переносные, мототележки, приемные бункера бетононасосов, на ленточные конвейеры и вибролотки. Бункер предназначен для работы на открытых строительных площадках.

Время выдерживания бетонной смеси в перегрузочном бункере должно устанавливаться строительной лабораторией в зависимости от требуемой подвижности в момент подачи ее в последующее оборудование.

После выгрузки бетонной смеси бункер должен быть очищен от остатков бетонной смеси на месте выгрузки. Периодически, но не реже чем два раза в смену, и при перерывах в работе более чем на 1 ч бункер должен быть очищен и промыт.

2.31. Перегружатели-смесители используются для приема смеси из автосамосвалов и автобетоновозов и ее постепенной выгрузки в приемные бункера бетононасосов и другого оборудования.

2.32. Перегружатели-смесители способны дополнительно перемешивать смесь и восстанавливать ее однородность и частично подвижность. Технические характеристики перегружателей-смесителей даны в прил. 5.

2.33. Перегружатель-смеситель гравитационного действия (рис. 11, *а*) представляет собой вытянутый сигарообразный гравитационный бетоносмесительный барабан с внутренними спиралевидными лопастями, жестко прикрепленными к внутренней поверхности барабана. Барабан по краям имеет два отверстия: загрузочное и разгрузочное. Со стороны загрузочного отверстия имеется приемный бункер и загрузочный шнек. Работа перегружателя осуществляется путем его загрузки через приемный бункер из автобетоновоза или самосвала, перемешивания в барабане и выгрузки смеси через выгрузочное отверстие.

2.34. Перегружатель-смеситель принудительного действия (рис. 11, *б*) состоит из установленного на колесах открытого сверху прицепного бункера (корыта), внутри которого находятся два вращающихся вала с установленными на них спиралевидными лопастями. В передней сужающейся части бункер имеет выгрузочное отверстие. Перегружатель работает следующим образом: доставленная с бетонного завода смесь выгружается из автобетоновоза или самосвала в приемную часть бункера перегружателя, здесь смесь перемешивается и подается в сторону выгрузочного отверстия, через которое происходит постепенная разгрузка смеси.

ПОДГОТОВКА МАТЕРИАЛОВ ТРАНСПОРТИРУЕМЫХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

2.35. Все составляющие бетонные смеси материалы (вяжущие, крупный и мелкий заполнители, вода, химические добавки и т. д.) должны соответствовать действующим ГОСТам.

2.36. Для создания возможности доставки «сухих» смесей на неограниченное расстояние крупный и мелкий заполнители должны быть высушены в специальных сушильных барабанах или других приспособленных для этого устройствах. Влажность заполнителей не должна превышать 0,2—0,3 % их массы.

2.37. Для создания возможности замедления темпов снижения подвижности и расслоения транспортируемой готовой смеси возможно предварительное увлажнение пористого и плотного заполнителей частью воды, предназначенной для приготовления смеси.

2.38. Для ликвидации переохлаждения транспортируемой при

отрицательных температурах бетонной смеси или ее составляющих рекомендуется применять их предварительный разогрев.

2.39. В целях уменьшения потери смесью ее подвижности при доставке в условиях высоких положительных температур и сухого воздуха рекомендуется предварительное охлаждение составляющих смеси.

2.40. Для разогрева охлажденных в процессе транспортировки смесей рекомендуется применение их электроразогрева после перевозки непосредственно в кузовах автомобилей или в приемных внутрипостроечных бункерах.

2.41. Для сохранения исходных свойств бетонных смесей, создания возможности их доставки при низких отрицательных и высоких положительных температурах, а также улучшения их удобообрабатываемости рекомендуется применение специальных химических добавок.

3. ВЫБОР СРЕДСТВ, СПОСОБОВ И РЕЖИМОВ ДОСТАВКИ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

3.1. Выбор способов, средств и режимов доставки бетонных и керамзитобетонных смесей определяется условиями сохранения их качества, их исходным составам и подвижностью, возможностями строительных организаций и конкретных объектов, бетонных заводов, автопарка, дорожными и погодными условиями, необходимым темпом загрузки и выгрузки смеси, наличием и видом внутриобъектного бетоноприемного и бетоноукладывающего оборудования, возможным временем простоя под этими операциями, приведенными затратами на процессы доставки и общий процесс возведения сооружения. Все эти соображения интегрируются в технико-экономическом обосновании, по которому и принимается конкретное решение о выборе той или иной технологии доставки. При этом критериями выбора могут быть экономические, энергетические, трудовые и другие показатели.

3.2. Технологические критерии устанавливаются строительными лабораториями. Наиболее важным технологическим критерием, как правило, является допустимое расстояние транспортирования смеси $L_{т.к.доп}$, которое устанавливается экспериментально. При этом определяются все необходимые показатели свойств перевезенных на объект бетонных смесей и проверяется их соответствие проектным показателям.

3.3. Доставка бетонной смеси и определение технологически допустимого расстояния перевозки должны осуществляться таким образом, чтобы фактическая потеря подвижности бетонной смеси не превышала 2 см, а общие изменения температуры бетонной смеси при транспортировании не превышали:

Таблица 2

Подвижность бетонной смеси, см	Дорожное покрытие	Скорость транспортирования, км/ч	Расстояние, км								
			Автобетоносмеситель			Автобетоновоз	Автосамосвал	Автобадьевоз	Автобетоновоз	Автосамосвал	Автобадьевоз
			Режим транспортирования								
			А	Б	В	Г			Д		
1—3	Жесткое асфальтовое, асфальтобетон и т. д.	30	Не ограничено	Переменное (см. табл. 4)	До 100	До 45	30	25	90	45	35
4—6					80	30	20	15	60	30	25
7—9					60	20	15	10	40	22	20
10—14					45	15	—	—	30	15	—
1—3	Мягкое грунтовое улучшенное	15	Применение не рекомендуется ввиду возможности быстрого выхода из строя			12	7	5	20	10	7
4—6						6	5	3	15	7	5
7—9						5,4	3,7	2	9	5	3
10—14						4	4	—	7	—	—

Таблица 3

Подвижность бетонной смеси, см	Дорожное покрытие	Скорость транспортирования, км/ч	Расстояние, км								
			Автобетоносмеситель			Автобетоновоз	Автосамосвал	Автобадьевоз	Автобетоновоз	Автосамосвал	Автобадьевоз
			Режим транспортирования								
			А	Б	В	Г			Д		
1—3	Жесткое асфальтовое, асфальтобетон и т. д.	30	Не ограничено	Переменное (см. табл. 5)	До 80	30	25	20	50	40	—
4—6					60	25	8	13	40	30	—
7—9					50	15	10	8	30	15	—
10—14					40	10	8	6	20	18	—
1—3	Мягкое грунтовое улучшенное	15	Применение не рекомендуется ввиду возможности быстрого выхода из строя			10	7	5	16	12	—
4—6						7	4	3	12	7	—
7—9						5	3	2	8	5	—
10—14						3	2	1,5	5	3	—

5 °С — в течение первого часа транспортирования;

3 °С — в течение каждого последующего часа транспортирования.

Изменение температуры пристенных слоев перевозимой смеси, замеренной в слое смеси толщиной не более 2 см, не должно превышать:

7 °С — в течение первого часа транспортирования;

5 °С — в течение каждого последующего часа транспортирования.

3.4. Ориентировочные технологически допустимые расстояния транспортирования $L_{t.x.доп}$ различных тяжелых бетонных и керамзитобетонных смесей (кроме сухих смесей, содержащих влажные заполнители) представлены в табл. 2 и 3, те же расстояния для сухих смесей, содержащих влажные заполнители, представлены в табл. 4 и 5.

Таблица 4

Исходная влажность, % собственной массы, песок / щебень	До 1,5 / До 1	До 2 / До 3	До 3 / До 4	До 7 / До 5,5	До 12 / До 5,5
Расстояние, км, при скорости 30 км/ч	До 300	До 210	До 90	До 30	До 15

Таблица 5

Исходная влажность, % собственной массы, песок / керамзитовый гравий	До 4,5 / До 3,5	До 7 / До 4	До 7 / До 11	До 11 / До 11	До 3 / До 15
Расстояние, км, при скорости 30 км/ч	До 360	До 210	До 150	До 60	До 15

Расстояние транспортирования готовых бетонных смесей, содержащих предварительно увлажненные до значения влагонасыщения заполнители, может быть увеличена для смесей на плотных заполнителях на 10—15 %, для смесей на пористых заполнителях — на 15—25 %.

3.5. Виды транспортных средств, способов, маршрутов и режимов доставки бетонных смесей устанавливаются по согласованию

заводом-изготовителем, заказчиком и транспортной организацией на основании действующих нормативных документов, фактических экспериментальных наблюдений с учетом состава смесей, климатических, организационных и дорожных условий.

3.6. Общее время нахождения смеси в пути и выдерживания на заводе до транспортирования и на объекте до момента укладки $T_{ж}$ (время жизнеспособности) не должно превышать величин, вычисленных на основании данных табл. 2 и 3, увеличенных не более чем на 30 мин — для обычных смесей и не более чем на 15 мин — для смесей, содержащих быстросхватывающееся вяжущее (время технологического резерва, см. раздел 2). Таблицы 2 и 3 охватывают следующие температурные условия доставки: температура воздуха от +20 до +30 °С, температура смеси от +15 до +25 °С. Допустимое расстояние доставки сухих смесей, содержащих влажные, плотные и пористые заполнители, определяется соответственно по табл. 4 и 5.

3.7. Применение выбранной технологии доставки является возможным, если расстояние $L_{i.x}$ доставки не превышает допустимого $L_{i.x.доп}$

$$L_{i.x} \leqslant L_{i.x.доп} \cdot k_0, \qquad (2)$$

где x — индекс показателя качества смеси (например подвижности, прочности, плотности, однородности и т. д.); i — индекс показателя типа покрытия дороги (твердое, мягкое и т. д.); k_0 — коэффициент технологии, принимается равным 1 для обычных и 0,7÷0,8 — ответственных тонкостенных конструкций, а также при применении бетононасосов.

3.8. При перевозках готовых смесей по дорогам с различным покрытием непременным условием является ограничение приведенного по контролируемому свойству расстояния их транспортирования $L_{x.прив}$, которое не должно превышать допустимого по дорогам с жестким покрытием $L_{ж.x.доп}$

$$L_{x.прив} = \sum_{i=1}^{n} L_{i.x} \cdot k_д \leqslant L_{ж.x.доп} \cdot k_0, \qquad (3)$$

где $k_д$ — коэффициент дорожного покрытия (табл. 6); n — количество отрезков дорог с различным дорожным покрытием (асфальт, бетон, грунт и т. д.).

3.9. Если приведенное расстояние доставки смесей превышает допустимое, то необходимо: выбрать другой способ, режим, средство доставки, другой маршрут или при наличии возможности применить дополнительное оборудование (перегружатели — смесители и т. д.).

Таблица 6

Покрытие дороги	Скорость перевозки, км/ч	Коэффициент дорожного покрытия для		
		автосамосвала	автобетоновоза	автобадьевоза*
		тяжелая бетонная смесь / керамзитобетонная смесь		
Жесткое (асфальт, бетон, асфальтобетон и т. д.)	30	1 / 1	1 / 1	1 / 1
Мягкое (грунтовое улучшенное)	15	4 / 3—3,5	3,7 / 2,5—2,9	5 / 4—4,5

*Для автобадьевоза скорость перевозки по дорогам с жестким покрытием равна 25 км/ч.

3.10. При технологической и организационной возможности применения различных способов и средств доставки выбор и определение областей рационального использования тех или иных бетонотранспортных машин в каждом из строительных подразделений производится совместно с определением рациональных маршрутов и графиков доставки бетонной смеси в едином диспетчерском центре с помощью автоматической системы управления (АСУ) на электронно-вычислительных машинах (в случае малого объема перевозок— вручную) по специально разработанным программам математическими методами линейного и динамического программирования.

3.11. При отсутствии возможности расчета по специальным математическим программам рекомендуется пользоваться приведенной в прил. 6 таблицей предпочтительности условий доставки бетонных смесей, а также нижеследующими рекомендациями.

3.12. Рекомендуется применять автобетоновозы на расстояниях до 20 км, а автобетоносмесители свыше 20 км, в исключительных случаях возможно применение автосамосвалов, при этом рекомендуется ограничивать дальность транспортировки (5 км).

3.13. При необходимости постепенной и порционной выгрузки из бетонотранспортного средства (применение бетононасосов, рассредоточенное строительство и т. д.) рекомендуется применять автобетоносмесители вне зависимости от удаленности строительного объекта от бетонного завода.

3.14. При отсутствии автобетоносмесителей, а также при значительной сконцентрированности бетонных работ рациональным является применение автобетоновозов совместно с перегружателями-

смесителями, восстанавливающими однородность и подвижность смеси и позволяющими осуществлять равномерную загрузку бетононасосов, бетоноукладчиков и другого внутрипостроечного оборудования.

3.15. При отсутствии на строительстве специального бетоноукладочного оборудования рационально применение автобетоносмесителей, оборудованных ленточными транспортерами.

3.16. В случае раздельной доставки компонентов бетонной смеси или отдозированной сухой смеси может оказаться рациональным применение автобетоносмесителей, оборудованных бетононасосами.

3.17. При доставке смесей в условиях пересеченной местности, рек и других препятствий рекомендуется применение бетононасосов. При этом смесь перевозится автобетоносмесителями к месту стоянки бетононасоса, разгружается в его приемный бункер и «перебрасывается» с помощью стрелы насоса через препятствие; за препятствием смесь загружается в смесительный барабан или кузов другого автомобиля и транспортируется им к месту ее укладки.

ПОКОМПОНЕНТНАЯ ДОСТАВКА, БЕЗЗАВОДСКОЕ ПРИГОТОВЛЕНИЕ И УКЛАДКА СМЕСЕЙ

3.18. При массовой доставке бетонных смесей на значительные расстояния и отсутствии возможности высушивания компонентов бетонных смесей рекомендуется применение предложенной В. И. Остромогольским технологии покомпонентной доставки, беззаводского приготовления и укладки бетонных смесей.

3.19. Технология предусматривает следующий порядок работ. Отдозированные на карьерах и цементном заводе песок, цемент и щебень доставляются порознь самостоятельными грузопотоками на стройку, где они одновременно прямо из автомобилей загружаются в приобъектный мобильный бетоносмеситель-перегружатель, автобетоносмеситель с конвейером и т. д., откуда приготовленная в нем смесь подается во внутриобъектное бетоноукладывающее оборудование (насосы, бадьи и т. д.) или непосредственно в конструкцию. При этом автомобили каждого грузопотока подбираются из условия равенства или кратности грузоподъемности каждого из них массе компонента, необходимой на приготовление одной порции бетонной смеси. При необходимости состав смеси может быть подкорректирован в соответствии с грузоподъемностью автомобилей (рис. 12).

3.20. В качестве автомобилей, доставляющих отдозированный песок и щебень, рекомендуется применять автобетоносмесители, по возможности оснащенные конвейерами. Цемент рекомендуется доставлять цементовозами, а воду — специальными цистернами.

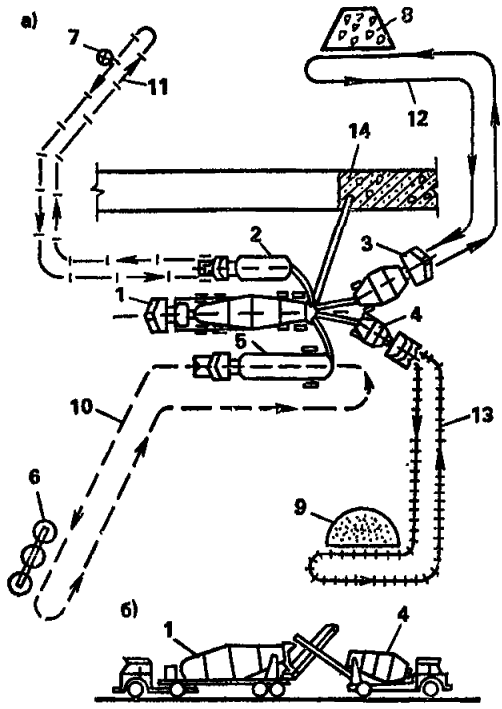


Рис. 12. Технологическая схема покомпонентной доставки, баззаводского приготовления и совмещенной с ними укладки бетонной смеси

а) — план; б) — разрез; *1* — смеситель-укладчик (автосмеситель с транспортером); *2* — цистерна для воды; *3* — автобетоносмеситель со щебнем; *4* — автобетоносмеситель с песком; *5* — автоцементовоз; *6* — склад цемента; *7* — водозаборный пункт; *8* — карьер щебеночный; *9* — карьер песчаный; *10—13* — направление грузопотоков цемента, воды, щебня и песка; *14* — бетонируемая конструкция

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСХОДНЫХ ТЕМПЕРАТУР ТРАНСПОРТИРУЕМЫХ СМЕСЕЙ

4.1. Температура укладываемой в конструкцию бетонной смеси $t_{об}$ в соответствии с технологией бетонов должна находиться на определенном уровне. Для ее обеспечения исходная температура приготовленной на заводе смеси $t_{зав}$ должна превышать значение $t_{об}$ на величину снижения температуры смеси при операциях погрузки, выгрузки и доставки на автомобильном транспорте $\Sigma\Delta t_{дост}$. Исходная температура смеси определяется по формуле

$$t_{зав} = t_{об} + \Sigma\Delta t_{пр} + \Delta t_{дост}, \qquad (4)$$

здесь $t_{об}$ задается исходя из соображений технологии бетонирования, $\Sigma\Delta t_{пр}$ определяется по методике, приведенной в прил. 7, а $\Delta t_{дост}$ — по методике, изложенной ниже.

4.2. Снижение температуры смеси при доставке обусловлено снижением температуры смеси, вызванным первоначальным контактом с охлажденным в порожнем рейсе кузовом — $\Delta t_к$ и снижением, вызванным собственно процессом транспортирования — $\Delta t_{тр}$.

Снижение температуры смеси различно в различных ее слоях и зависит от их местоположения в кузове. Учет неоднородности снижения температуры производится с помощью коэффициента неравномерности остывания смеси ρ.

Снижение температуры смеси при доставке выражается зависимостью

$$\Delta t_{дост} = \rho(\Delta t_к + \Delta t_{тр}). \quad (5)$$

При этом $\Delta t_{тр}$ определяется по формуле

$$\Delta t_{тр} = \Delta t'_{тр} T(t_{зав} - t_в), \quad (6)$$

где $\Delta t'_{тр}$ — изменение температуры смеси при транспортировке в течение одной минуты при перепаде температур смеси и воздуха в 1 °С, в град/(град·ч); T — время транспортирования смеси, ч; $t_в$ — температура воздуха, °С.

Значение $\Delta t_к$ определяется по уравнению теплового баланса, которое с учетом показателя предварительного охлаждения ρ' (при $T \geqslant 10$—15 мин) и КПД теплопередачи b запишется в виде

$$\Delta t_к = \rho' b(t_{зав} - t_в); \quad (7)$$

$$\rho' = c_к m_к / (c_к m_к + c_б m_б),$$

где $\rho' = c_к m_к / (c_к m_к + c_б m_б)$, а $c_к$, $c_б$ — удельные теплоемкости металла кузова и бетонной смеси.

Расчет снижения температуры доставляемой смеси производится по развернутой формуле

$$\Delta t_{дост} = \rho\,(\Delta t_{тр} T + \rho' b)\ (t_{зав} - t_в). \quad (8)$$

Значения коэффициентов ρ, b и $\Delta t_{тр}$ представлены в табл. 7, а коэффициент ρ' — в табл. 8. Значения ρ, b и ρ' даны в единицах, а $\Delta t_{тр}$ — в °С/ (4 °С).

4.3. Ориентировочный расчет среднего и максимального снижения температуры доставляемой готовой бетонной смеси производится с помощью номограммы (рис. 13).

По номограмме определяются слагаемые формулы 5, развернуто представленной в виде

$$\Delta t_{дост} = [\rho \Delta t'_{тр} T(t_{зав} - t_в) + \rho\rho' b(t_{зав} - t_в)], \quad (9)$$

а сокращенно — в виде

$$\Delta t_{дост} = \rho \Delta t_{тр} + \rho \Delta t_к. \quad (10)$$

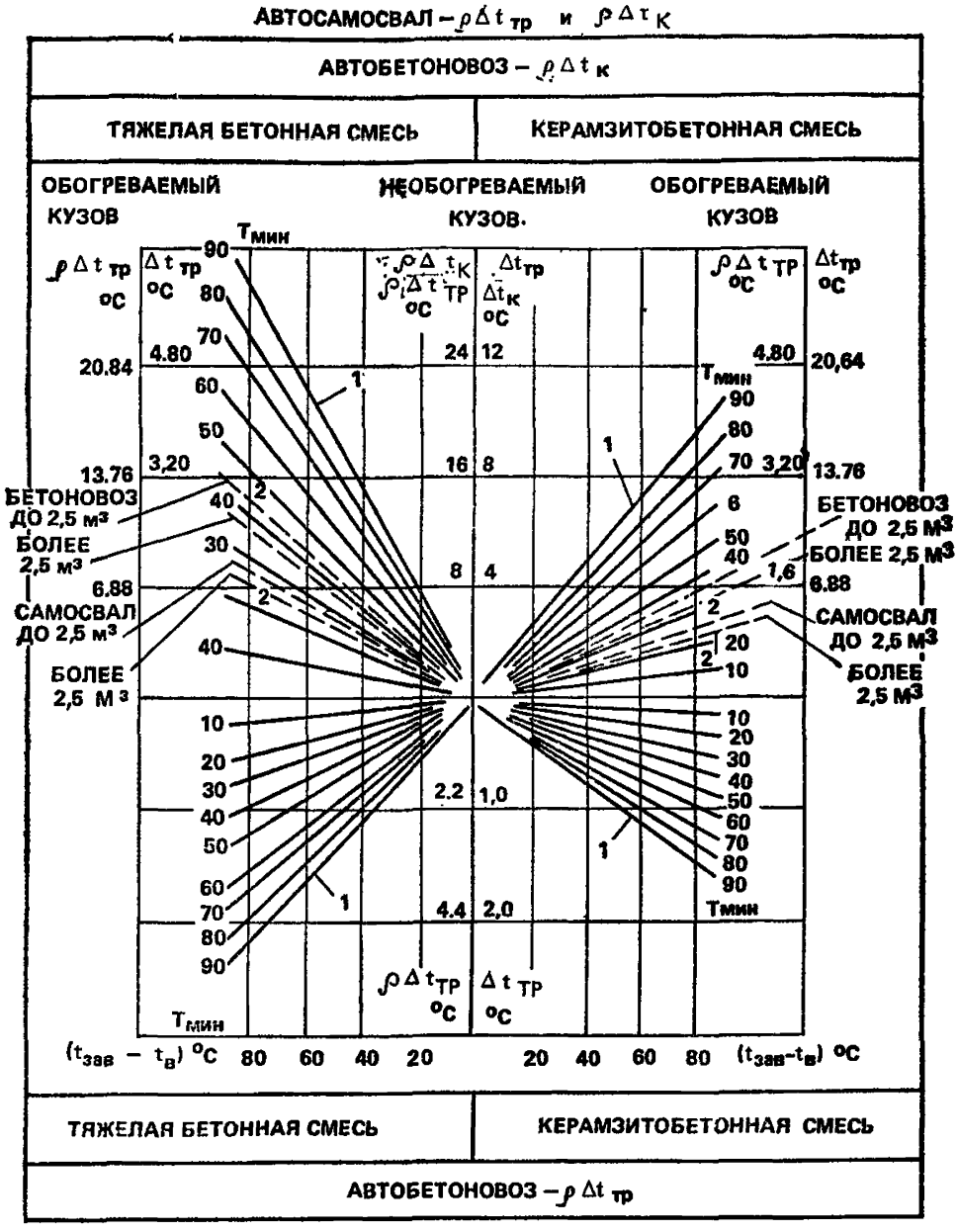


Рис. 13. Номограмма для определения средних и максимальных температур перевозимых тяжелых бетонных и керамзитобетонных смесей

На рисунке указаны изменения температур вследствие: *1* — транспортировки смеси; *2* — контакта смеси с охлажденным (перегретым) в порожнем рейсе кузовом

4.4. Исходная температура готовой бетонной смеси, получаемой на бетонном заводе или приготовляемой из сухой смеси в процессе ее доставки в автобетоносмесителях или после доставки в приобъектных бетоносмесителях, определяется по формуле

Таблица 7

Теплотехнические условия перевозки		Автосамосвал		Автобетоновоз		Автобетоносмеситель*** (при постоянном перемешивании)	
Характеристики	Коэффициенты	Без термоизоляции	С обогревом кузова выхлопными газами	С воздушной термоизоляцией кузова между его обшивками δ=50÷60 мм	С термоактивным кузовом СБ-113А	Без термоизоляции	С термоизолированным технологическим оборудованием АМ 6 FH
Тяжелая бетонная смесь	$\Delta t'_{тр}$	0,12	0,048	0,018	0,000	0,14	0,015
Керамзитобетонная смесь	$\Delta t'_{тр}$	0,08	0,032	0,012	0,000	0,09	0,009
Кузов охлажденный в порожнем рейсе	b	0,9/0,8*	0,000	0,68/0,86**	0,000	0,9/0,8	0,70/0,85
Кузов, отогретый до загрузки	b	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,00
На периферийных участках кузова	ρ	2,00	4,30	2,20	1,00	1,00	1,00
Средняя в кузове	ρ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

* Значения представлены ориентировочно.
** Полезный объем кузова — до 2,5 м³.
*** То же, до 3,5 м³.

Таблица 8

Бетонная смесь	Автобетоновоз			Автосамосвал				Автобетоносмеситель		
	СБ-113	СБ-124	СБ-128	ЗИЛ-ММЗ555	МАЗ-503А	КамАЗ-5511	КрАЗ-253	СБ-92	СБ-921А АМ6 FH	АМ65Н утепленный вариант
Тяжелая	0,141	0,099	0,099	0,062	0,090	0,001	0,05	0,120	0,110	0,100
Керамзитовая	0,163	0,115	0,115	0,072	0,048	0,108	0,06	0,140	0,13	0,12

$$t_{зав}=\frac{0{,}84(q_ц t_ц+q_п t_п+q_к t_к)+4{,}2q_в' t_в+4{,}2(i_п q_п t_п+ i_к q_к t_к)}{0{,}84(q_ц+q_п+q_к)+4{,}2q_в}, \quad (11)$$

где $i_п$, $i_к$ — соответственно относительная влажность песка и крупного заполнителя по массе; $q_п$, $q_к$, $q_ц$ — соответственно масса песка, крупного заполнителя и цемента в 1 м³ бетона, кг (в расчете на сухой материал); $t_п$, $t_к$, $t_в$ — соответственно температура песка, крупного заполнителя и воды при загрузке в смеситель или перед перемешиванием в барабане автобетоносмесителя, град; $q_в$ — количество воды в 1 м³ бетонной смеси, л (общее с учетом влажности заполнителей); $q_в$ — вводимое количество воды (количество воды, рассчитанное на сухой материал и уменьшенное на количество воды, на-

Таблица 9

Цемент	Наибольшая температура		
	готовой бетонной смеси	составляющих сухой смеси	
		воды	заполнителей
Портландцемент, шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент марок ниже М 600	35	80	45—50
Быстротвердеющий портландцемент и портландцемент марки М 600 и выше	30	60	35—40
Глиноземистый цемент	25	40	20

ходящейся во влажных заполнителях); 4,2 — удельная теплоемкость воды, кДж/(кг·°С); 0,84 — удельная теплоемкость песка, крупного заполнителя и цемента, кДж/(кг·°С).

4.5. Исходная температура приготовляемой и транспортируемой в зимний период смеси, а также достигаемая температура при доставке смеси в условиях сухого и жаркого климата и температура составляющих смесь материалов, в том числе при доставке сухих смесей, не должна превышать значений, указанных в табл. 9.

5. ИСХОДНЫЕ СОСТАВЫ ТРАНСПОРТИРУЕМЫХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

5.1. Исходные составы подлежащих транспортированию тяжелых и легких бетонных смесей определяются на основании вида, назначения и условий работы бетонируемой конструкции, а также действующих на нее нагрузок, атмосферно-климатических и организационно-технологических условий ее бетонирования и распалубливания, в связи с чем у места укладки должны быть обеспечены проектные показатели свойств смесей, рассчитанные из этих условий.

5.2. Процессы доставки автомобилями не определяют проектных показателей свойств бетонных смесей, однако могут вызывать необходимость существенной корректировки их составов и накладывать на составы определенные ограничения, диктуемые необходимостью обеспечения проектных показателей смесей у места их укладки. В связи с этим с позиций технологии доставки бетонные смеси рекомендуется подразделять на смеси с откорректированным и неоткорректированным составами.

5.3. Доставка смесей с неоткорректированными составами предполагает обязательное применение специальных средств и способов доставки, а также приготовления, обеспечивающих неизменность свойств доставляемых смесей или их изменяемость в допустимых пределах (см. разделы 2 и 3 настоящих Рекомендаций).

5.4. Корректировка составов доставляемых бетонных смесей, как правило, направлена на ликвидацию основных отрицательных последствий их транспортирования, к числу которых относятся:

снижение подвижности смесей;

расслоение смесей;

изменение температуры смесей вплоть до их замерзания или пересушивания;

частичная гидратация цемента, входящего в состав сухих бетонных смесей, содержащих влажные заполнители.

5.5. Корректировка составов бетонных смесей заключается во

введении специальных химических добавок, в подборе составов нерасслаивающихся смесей.

5.6. Подбор составов нерасслаивающихся смесей производится экспериментально-строительной лабораторией путем подбора оптимального фракционного состава крупного и мелкого заполнителей, а также цемента с учетом класса эксплуатируемых дорог и применяемых автомобилей.

5.7. Вводимые в доставляемую автомобилями бетонную смесь добавки могут быть подразделены по назначению на:

добавки, вводимые специально для улучшения транспортабельных свойств бетонных смесей;

добавки, вводимые из других технологических соображений, действие которых, однако, сказывается на транспортабельных свойствах смесей, и подлежащие учету или корректировке;

добавки, практически не влияющие на транспортабельные свойства бетонных смесей.

5.8. Выбор и назначение всех видов добавок осуществляется на основе правил, изложенных в действующих строительных нормах и правилах, а также правилах, изложенных в специальных руководствах.

Выбор добавок, специально предназначенных для улучшения транспортабельных свойств бетонных смесей, может производиться с учетом настоящих Рекомендаций.

5.9. Введение химических добавок допускается только после проверки их воздействия на свойства приготовляемого бетона и железобетона и только с согласия потребителя смеси и проектирующей данный объект организации.

5.10. Для улучшения транспортабельных свойств доставляемых смесей вводятся добавки:

пластификаторы — для повышения подвижности смесей и улучшения их удобоукладываемости;

стабилизаторы — для снижения расслаиваемости смесей и консервации их однородности;

противоморозные — для доставки смесей при отрицательных температурах;

компенсаторы — для ликвидации возможных отрицательных последствий от введения вышеназванных групп добавок, а также добавок, вводимых из других технологических соображений. Компенсаторы обычно вводятся вместе с другими добавками, образуя так называемые комплексные добавки. При этом одни и те же добавки в различных условиях могут выступать как в роли основных, так и в роли компенсаторов.

5.11. Момент введения в доставляемую бетонную смесь добавок обусловлен принятой технологией доставки и определяется на осно-

вании лабораторных экспериментов и конкретных условий строительства, исходя из нижеизложенных предпосылок.

При перевозке готовых бетонных смесей в автобетоновозах и автосамосвалах добавки вводятся в смесь в момент ее приготовления на заводе непосредственно перед перевозкой.

При использовании для доставки автобетоносмесителей добавки могут вводиться как до, так и после перевозки.

При использовании на объекте бетоносмесителей или бетоносмесителей-перегружателей добавки могут вводиться как до, так и после перевозки.

5.12. При определении момента введения добавок и выбора средств доставки рекомендуется учитывать следующее:

введение добавок пластификаторов до перевозки при последующей доставке смеси без побуждения может способствовать ее интенсивному расслоению в пути;

введение некоторых противоморозных добавок, являющихся ускорителями твердения, может способствовать интенсивному загустеванию смеси и невозможности ее разгрузки;

срок действия добавок может быть ниже срока транспортирования, вследствие чего значительно снижается эффективность их введения.

5.13. В качестве добавок-пластификаторов, вводимых в бетонную смесь с расходом цемента свыше 300—350 кг/м^3, для улучшения ее транспортабельных свойств рекомендуется использовать сульфитно-спиртовую барду ССБ, сульфитно-дрожжевую бражку СДБ или продукты ее модификации, а также суперпластификатор С-3. Для смеси с расходом цемента ниже 300 кг/м^3 могут применяться пластифицирующие воздухововлекающие добавки: мылонафт, смола омыленная водорастворимая ВЛХК, метилсиликонат натрия ГКЖ-11 и этилсиликонат натрия ГКЖ-10. Для сообщения подвижности жестким смесям рекомендуется вводить добавки: омыленный древесный пек (ЦНИПС-1), омыленную каустической содой абиетиновую смолу (СНВ), синтетическую поверхностно-активную добавку (СПД). Необходимое количество добавок назначается строительной лабораторией. Рекомендуемое количество добавок-пластификаторов представлено в табл. 10 и 11.

5.14. В качестве добавок-стабилизаторов, вводимых в бетонную смесь для повышения ее нерасслаиваемости и улучшения транспортабельности, рекомендуется использовать ВЛХК и мылонафт.

5.15. При введении пластифицирующих, пластифицирующе-воздухововлекающих и стабилизирующих добавок возможно замедление темпов твердения бетона, изготовленного из бетонных смесей, содержащих эти добавки. Для нормализации темпов твердения рекомендуется введение компенсирующих добавок, в основном ускори-

Таблица 10

Цемент	Вид и масса добавки (в расчете на сухое вещество), % массы цемента	
	ССБ, СДБ, С-3	Мылонафт, ВЛХК, ГКЖ-10, ГКЖ-11
Портландцемент, быстротвердеющий портландцемент	0,15—0,25	0,10—0,20
Пластифицированный портландцемент	—	0,05—0,15
Шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент, гидрофобный портландцемент	0,1—0,2	—

Таблица 11

Содержание цемента в 1 м³ бетонной смеси, кг	Вид и масса (в расчете на сухое вещество), % массы цемента	
	СНВ, СПД, ЦНИПС-1	ГКЖ-94
Более 400	0,015—0,025	0,03—0,08
300—400	0,01—0,02	0,05—0,07
До 300	0,005—0,015	0,06—0,08

телей твердения, выбор которых производится лабораторией с учетом типа и особенностей эксплуатации бетонируемой конструкции. К числу основных ускорителей твердения относятся: хлориды натрия ($NaCl$) и кальция ($CaCl_2$), сульфаты натрия (Na_2SO_4) и калия (K_2SO_4), нитрит кальция ($Ca(NO_3)_2$), нитрит-нитрат-хлорид кальция (ННХК), нитрит-нитрат кальция (ННК), а также сочетания хлоридов кальция или натрия с нитритом натрия ($NaNO_2$) или ННК в соотношении 1 : 1 по массе.

Рекомендуемое количество ускорителей твердения приведено в табл. 12.

5.16. Противоморозные добавки, вводимые в бетонную смесь, снижают точку замерзания воды, находящейся в смеси, и обеспечивают возможность ее перевозки при отрицательных температурах.

5.17. Наиболее универсальными противоморозными добавками, рекомендуемыми для улучшения транспортабельных свойств перевозимых смесей, являются нитрит натрия ($NaNO_2$) и сульфат натрия

Таблица 12

Бетонная смесь		Количество добавки в расчете на сухое вещество, % массы цемента	
Тяжелая с водоцементным отношением	Легкая, подвижностью (см) или жестокостью (с.)	Na_2SO_4, K_2SO_4, $NaCl$, $CaCl_2$	$Ca(NO_3)_2$, ННК, ННХК, $NaCl$+$NaNO_2$, $NaCl$+ННК, $CaCl_2$+$NaNO_2$, $CaCl_2$+ННК
0,35—0,55	10—60 с	1—2	2—3
0,55—0,75	2—6 см	0,5—1,5	1—2

(Na_2SO_4). Они применяются практически во всех случаях, за исключением железобетонных конструкций, опосредованно соприкасающихся с током постоянного напряжения, конструкций, эксплуатирующихся в водных и газовых средах при влажности более 60 %, и наличии в заполнителях включений реакционноспособного кремнезема, а также железобетонных конструкций, имеющих выпуски арматуры или закладных деталей с алюминиевым покрытием по стали, а для Na_2SO_4 и с оцинкованным покрытием.

5.18. В соответствии со СНиП «Бетонные и железобетонные конструкции монолитные» содержание Na_2SO_4 не должно превышать 2 %, а $NaNO_2$ — 4 % массы используемого цемента.

5.19. Помимо указанных в п. 5.17 в качестве противоморозных может применяться целый ряд добавок, в том числе: поташ (K_2CO_3), соединения нитрита кальция с мочевиной, нитрит-нитрата кальция с мочевиной, хлорид кальция с хлоридом натрия, хлорид кальция с нитритом натрия, нитрит-нитрат-хлорид кальция и нитрит-нитрат-хлорид кальция с мочевиной. Однако указанные добавки отличаются повышенной агрессивностью в отношении приготовляемых из них бетонов и железобетонов, поэтому введение их в состав смесей осуществляется крайне осторожно и только с разрешения строительной или заводской лаборатории, исходя из значительного ряда действующих на изготовляемые из них конструкции факторов и на основании правил, изложенных в специальных руководствах.

5.20. В бетонные смеси, содержащие противоморозные добавки (за исключением смесей, содержащих $NaNO_2$), в связи с быстрым снижением подвижности рекомендуется в качестве стабилизаторов подвижности вводить добавки-пластификаторы в количестве до 0,5 % массы цемента, а при использовании поташа вводить СДБ до 1 % массы цемента.

5.21. В исключительных случаях, обязательно оговоренных проектом и согласованных заказчиком и изготовителем, для обеспечения

заданной подвижности бетонной смеси у места ее потребления при невозможности применения добавок и использования специальных способов и приготовления, обеспечивающих неизменность свойств перевозимых смесей, необходима вынужденная корректировка количества исходных компонентов (крупного и мелкого заполнителя, воды, цемента).

5.22. Исходный состав подлежащих транспортированию готовых тяжелых и легких бетонных смесей определяется в зависимости от необходимой марки по прочности и других показателей, а также необходимой исходной подвижности смеси $ОК_{зав}$, определяемой сразу после ее приготовления.

5.23. Исходную подвижность не содержащей добавок готовой бетонной смеси, поставляемой в нормальных условиях, а также без перемешивания в пути или в его конце, следует назначать в зависимости от требуемой подвижности смеси на объекте-потребителе $ОК_{об}$, расстояния (времени) транспортирования, типа автотранспортного средства и вида заполнителей по формуле

$$ОК_{зав} = ОК_{об}/\eta, \qquad (12)$$

где η — обобщенная функция изменения подвижности смеси в нормальных условиях доставки.

В связи со сложностью представленной функции ее рекомендуется определять по графикам рис. 14 и 15.

В качестве нормальных условий доставки приняты температура окружающего воздуха от +20 до +30 °С, температура смеси от +15 до +25 °С, расход цемента на 1 м³ бетонной смести 250—300 кг, сроки начала схватывания цементного теста 2—3 ч.

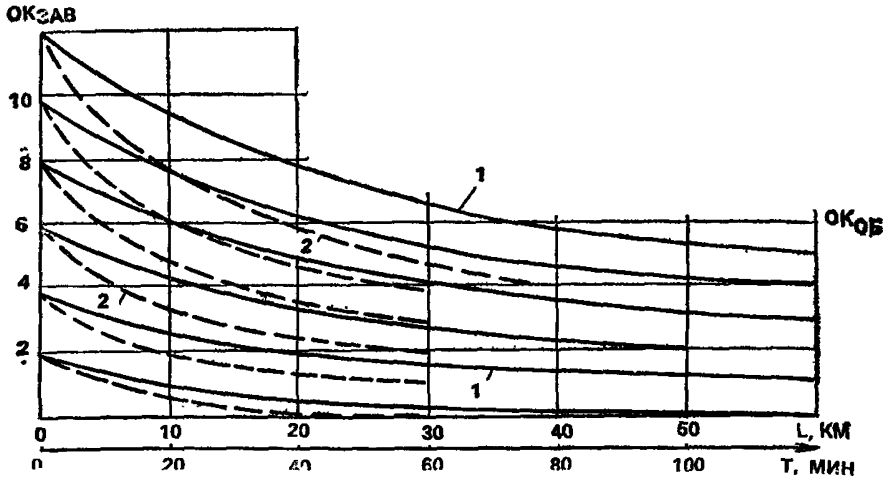


Рис. 14. Изменение подвижности готовой тяжелой бетонной смеси в зависимости от дальности и длительности транспортирования

1 — автобетоновозом; *2* — автосамосвалом

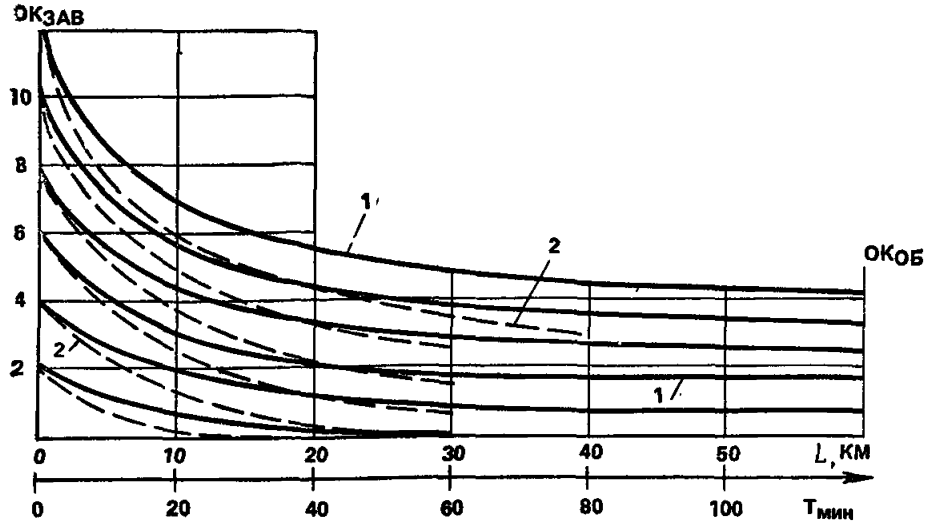


Рис. 15. Изменение подвижности готовой керамзитобетонной смеси в зависимости от дальности и длительности транспортирования

1 — автобетоновозом; *2* — автосамосвалом

Определение подвижности производится следующим образом. По оси абсцисс откладывается расстояние предполагаемого транспортирования смеси, а на оси ординат — необходимое значение ее подвижности транспортирования $ОК_{об}$.

Пересечение восстановленных из этих точек перпендикуляров даст точку, принадлежащую кривой потери подвижности. Точка пересечения кривой потери подвижности и оси ординат даст значение первоначальной подвижности смеси, необходимой при ее изготовлении $ОК_{зав}$. Если точка не совпадает с одной из кривых потери подвижности, то значение первоначальной подвижности смеси определяют интерполяцией.

Исходная подвижность смесей, содержащих влагонасыщенные, частью водой затворения, заполнители, может быть уменьшена для бетонных смесей на плотных заполнителях (тяжелые бетонные смеси) на 10—15 %, для смесей на пористых заполнителях — на 15—25 %.

5.24. При условиях доставки, отличающихся от нормальных, формула видоизменяется, в соответствии с чем исходная подвижность определяется по описанным ниже правилам.

В зависимости от сроков начала схватывания, применяемого количества цемента и начальной температуры бетонной смеси значение первоначальной подвижности смеси делится на временной $\mu_{ох}$, весовой $\mu_ц$ и тепловой $\mu_б$ коэффициенты потери подвижности, принимаемые по табл. 13.

В случаях перевозок при других температурах воздуха значение

Таблица 13

Начало схватывания цемента, ч	$\mu_{сх}$	Расход цемента на 1 м³ смеси, кг	$\mu_{ц}$	Начальная температура смеси, °С	$\mu_{б}$	
					самосвал, автобетоносмеситель	автобетоновоз
До 2	0,8	До 250	0,9	10	1,4	1,5
От 2 до 3	1	От 250 до 350	1	20	1	1
Св. 3	1,2	Св. 350	1,1	30	0,8	0,7

Таблица 14

Автомашина	Коэффициент $\mu_{в}$ при температуре окружающего воздуха			
	от —20 до —4 °С	от —3 до +5 °С	от 6 до 20 °С	от 21 до 30 °С
Автобетоносмесители при перевозке готовой смеси	Применять не рекомендуется	1,3	1,15	1
Автобетоновозы	1,1	1,25	1,1	1
Автосамосвалы и автобадьевозы	1,25	1,35	1,25	1

первоначальной подвижности смеси делится на температурный коэффициент потери подвижности $\mu_{в}$, принимаемый по табл. 14.

5.25. Смеси, имеющие первоначальную подвижность $ОК_{зав}$, большую, чем 8—12 см по усеченному конусу, к транспортированию в автосамосвалах и автобетоновозах не рекомендуются ввиду их существенного расслоения и снижения однородности бетона по прочности.

При необходимости получения на объектах смеси, подвижность которой выше указанных на графике, необходимо применение автобетоносмесителей.

5.26. После доставки готовых бетонных смесей в автобетоносмесителях в зависимости от режима их перемешивания в пути наблюдается относительное изменение подвижности смеси по сравнению с перевозкой без перемешивания (пластификация или ускоренное загустевание смеси). Учет воздействия этого эффекта производится с помощью коэффициента механической пластификации смеси $\Psi_{м}$.

Коэффициент механической пластификации представляет собой отношение показателей подвижности доставленной с перемешиванием смеси $ОК^{*}_{об}$ и доставленной без перемешивания $ОК^{0}_{об}$

$$\Psi_{м} = ОК^{*}_{об}/ОК^{0}_{об}. \quad (13)$$

Ориентировочные значения $\Psi_{м}$ представлены в табл. 15, методика определения режимов доставки смеси с периодическим перемешиванием, позволяющих достичь наибольшей механической пластификации, представлена в прил. 9.

5.27. При введении в бетонную смесь химических добавок может изменяться подвижность доставляемых смесей. Учет влияния добавок на подвижность производится с помощью приведенного в табл. 16 коэффициента химической пластификации $\Psi_{х}$

$$\Psi_{х} = ОК_{об.хим}/ОК^{0}_{об}, \quad (14)$$

где $ОК_{об.хим}$ — подвижность доставленной смеси, содержащей химическую добавку.

5.28. Исходную подвижность отпускаемой с завода готовой бетонной смеси с учетом указанных корректировок рекомендуется проверять по формуле

$$ОК_{зав} = ОК_{об}/\eta - \frac{1}{\Psi_{м}\Psi_{х}\mu_{сх}\mu_{ц}\mu_{б}\mu_{в}}. \quad (15)$$

При расчете по формуле в случае совместного применения пластифицирующего перемешивания и пластифицирующих добавок может быть изменена кинетика подвижности смеси и связанная с ней механическая пластификация, в связи с чем $\Psi_{м}$, приведенное в табл. 15, рекомендуется снижать в 1,25—1,27 раза или определять экспериментально.

Примеры определения $ОК_{зав}$ по описанной методике, а также специально разработанной номограмме изложены в прил. 10, 11.

5.29. Исходный состав транспортируемой готовой смеси определяется традиционными методами с учетом необходимых для ее доставки исходной подвижности и температуры, определение которых производится вышеописанными методами.

5.30. Исходный состав частично приготовленной (затворенной) смеси определяется вышеописанным способом, но с учетом следующих факторов:

снижение подвижности именно частично приготовленной смеси;

проектируемого количества воды, которое необходимо добавить в частично приготовленную смесь для ее доведения до необходимого для укладки качественного состояния.

5.31. Определение исходного состава сухих бетонных смесей про-

Таблица 15

Параметры способа перевозки				Порядковый номер цикла периодического побуждающего перемешивания					
Длительность, мин				1	2	3	4	5	6
периода транспортирования	цикла транспортирования: без побуждения	цикла транспортирования: с побуждающим перемешиванием	Скорость вращения барабана, об/мин	Коэффициент пластификации готовой бетонной смеси $\Psi_м$ (тяжелой/керамзитовой)					
25/27	20	5/7	4	0,92/1,04	0,9/1,39	0,98/1,36	0,96/1,28	0,98/0,9	1,41/—
			12	0,98/1,1	1,05/1,67	1,05/1,82	1,12/2	1,25/2,24	1,75/—
			24	1,03/1,2	1,15/1,86	1,18/2,15	1,40/2,4	1,5/2,51	2,1/—
65/67	60	5/7	4	1,05/1,5	1,04/0,5	1,2/0,16	1,16/—	—/—	—/—
			12	1,15/1,85	1,09/1,6	1,85/0	2/—	—/—	—/—
			24	1,25/2,16	1,25/2,56	2,68/0	2,7/—	—/—	—/—
125/127	120	5/7	4	1,16/—	1,54/—	—/—	—/—	—/—	—/—
			12	1,45/—	2,5/—	—/—	—/—	—/—	—/—
			24	1,73/—	3,6/—	—/—	—/—	—/—	—/—
185/187	180	5/7	4	0,73/—	—/—	—/—	—/—	—/—	—/—
			12	1,12/—	—/—	—/—	—/—	—/—	—/—
			24	1,52/—	—/—	—/—	—/—	—/—	—/—
Околооптимальный режим		5/7	4	1,17/1,6	1,54/1,68	2,4/1,9	2,3/2,24	—/—	—/—
			12	1,5/1,85	2,5/2,12	3,7/2,4	4,05/3,3	—/—	—/—
			24	1,75/2,16	3,6/2,42	4,8/3,2	5,3/3,8	—/—	—/—
Оптимальный режим		—	24	1,85/2,16	3,8/2,6	6,25/4	6,7/4,2	—/—	—/—

Примечание. При постоянном вращении барабана $\Psi_м < 1$ и обратно пропорционально скорости вращения.

Таблица 16

Химическая добавка		Момент введения добавки				
		до начала транспортирования				в конце или после транспортирования
формула	% массы цемента	Длительность транспортирования, мин				
		30	60	90	120	
ССБ, СДБ	0,25; 0,5	2—2,5; 3—5	3—4; 5—8	2—3; 3—3,5	1—1,5; 1,5—2	2—2,5; 2,5—4,5
С-3	0,25	2—3	6—9	3—5	1,5—3	3—5
ВЛХК, СНВ	0,25	2—2,5	2—2,5	2—2,5	1,5—2	1,5—2
ГКЖ-10 ГКЖ-11	0,1	1,2—1,5	1,5—2	1,5—2	1,2—1,5	1,2—1,5

изводится с учетом влажности заполнителей, но без учета процесса доставки. Однако наибольшая допустимая влажность заполнителей, входящих в состав сухих смесей, лимитируется временем транспортирования и не может при отсутствии специальных оговорок превышать величин, указанных в табл. 4 и 5. В случае превышения влажности заполнители должны быть заменены или высушены.

5.32. Исходный состав доставляемой автомобилями готовой бетонной смеси, содержащей химические добавки, вводимые в смесь до момента начала перевозки для улучшения ее транспортабельных свойств, определяется в следующем порядке: первоначально традиционными способами (например методом Баломея — Скромтаева) рассчитывается состав смеси, как бы приготовляемой на месте потребления (без учета снижения подвижности при транспортировке) без добавок; затем по вышеизложенным рекомендациям определяется вид и количество добавок, необходимых для сохранения подвижности, а также других показателей свойств бетонной смеси и приготовляемого из нее бетона; в заключение делается корректировка состава на основе приведенных лабораторно-производственных экспериментов.

5.33. При введении химических добавок в готовую смесь после ее транспортировки исходный состав определяется как для смеси, не содержащей добавок, но при этом в качестве расчетной подвижности смеси на объекте берется не ее необходимое значение, а заниженное (фиктивное) расчетное значение, которое предполагается довести до необходимого путем введения добавки.

5.34. Исходный состав сухих смесей, в которые вводится химическая добавка после их транспортировки, определяется традиционными методами, так же, как для смесей, не подвергающихся процессу транспортирования.

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА И ВМЕСТИМОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Выбор вместимости применяемого автотранспортного средства должен обусловливаться ее (вместимости) кратностью объему одного замеса, приготовляемого в заводском бетоносмесителе.

В случае отсутствия кратности, что ведет к недоиспользованию транспортного средства, желательно применение другого автомобиля.

6.2. Определение необходимого количества автомобилей должно производиться на электронно-вычислительных машинах в зависимости от выбранной организационной схемы доставки смеси.

6.3. Ориентировочное определение парка автомобилей, обслуживающих районный бетонный завод, может быть установлено на основании обобщенной эпюры распределения объемов потребляемой в обслуживаемом регионе бетонной смеси в зависимости от дальности их транспортирования в радиусе обслуживаемой заводом территории.

6.4. Необходимое для перевозки смесей количество автомашин в смену ΣN при соблюдении заданного темпа бетонирования $Q/S = P_t$ определяется из условия

$$\sum_{i=1}^{n} N = \sum_{i=1}^{n} \frac{Q_i \gamma_б l_{тр.i}}{\omega_i S}, \qquad (16)$$

где i — количество автомашин на перевозке бетонных смесей; Q — общий объем укладываемой бетонной смеси; Q_i — объем смеси, перевозимой с данного завода в данном типе автомашины; $l_{тр.i}$ — расстояние маршрута от завода до объекта, по которому производится перевозка смеси в данном типе автомашин;; ω_i — выполняемая одним автомобилем полезная работа в тонно-километрах при перевозке бетонной смеси с данного завода на данный объект

$$\omega_i = n_i q_i \beta_i l_{тр.i}, \qquad (17)$$

где n_i — число оборотов данного автомобиля в смену; q_i — вместимость автомашины; β_i — коэффициент использования грузоподъемности, обусловленной некратностью вместимости автомобиля емкости заводского смесительного барабана; S — количество смен, в течение

которых должно быть произведено бетонирование; P_i — объем перевозимой автомашиной смеси; $\gamma_б$ — объемная масса бетонной смеси, равная 2,4 т/м³;

$$n_i = T/t_{об}, \tag{18}$$

где T — время одной смены; $t_{об}$ — время одного оборота автомобиля;

$$t_{об} = t_{п.i} + t_{р.i} + t_{м.i} + t_{пер.i} + l_{гр.i}/v_{гр.i} + l_{пор.i}/v_{пор.i},$$

где $t_{п.i}$ — время загрузки; $t_{р.i}$ — время разгрузки; $t_{м.i}$ — время маневрирования до разгрузки; $t_{пер}$ — дополнительное время для перемешивания смеси (для автобетоносмесителей); $l_{гр.i}$ — расстояние маршрута перевозки бетонной смеси от данного завода до данного объекта; $l_{пор.i}$ — расстояние маршрута порожнего рейса от данного объекта до данного завода; $v_{гр.i}$ — скорость автомашины с грузом; $\gamma_{пор.i}$ — скорость автомашины без груза.

В расшифрованном виде формула (13) будет следующей:

$$\sum_{i=1}^{n} N_i = \sum_{i=1}^{n} P_i/(T_i q_i \beta_i \times$$

$$\times (t_{п.i} + t_{р.i} + t_{м.i} + t_{пер.i} + l_{гр.i}/v_{гр.i} + l_{пор.i}/v_{пор.i}). \tag{19}$$

Пример определения парка специальных автомобилей дан в прил. 12.

7. ОСОБЕННОСТИ ДОСТАВКИ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ПРИ НИЗКИХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

7.1. Рекомендации, изложенные в настоящем разделе, относятся к производству бетонных работ при среднесуточной температуре наружного воздуха ниже +5 °С.

7.2. Требования, предъявляемые к свойствам бетонных смесей, доставляемых автомобилями при отрицательных температурах воздуха, аналогичны изложенным в разделах 2 и 3 настоящих Рекомендаций.

Однако в связи с низкой температурой существенно возрастают трудности, связанные с обеспечением этих требований и особенно с сохранением температуры разогретой смеси и ее подвижности, что влечет за собой ряд особенностей в средствах, способах и режимах доставки.

7.3. Для осуществления качественной доставки бетонных смесей в зимних условиях целесообразно применять:

автотранспортные средства, имеющие возможность частично или полностью ликвидировать охлаждение смесей;

электроустановки для разогрева доставленной смеси в кузовах автомобилей, осуществивших перевозку;

разогрев доставленной к месту укладки и выгруженной смеси в специальных бункерах;

противоморозные химические добавки, вводимые в смесь при приготовлении;

химические добавки, замедляющие охватывание смеси, а также добавки, способствующие ее пластификации.

7.4. Автотранспортными средствами, позволяющими полностью ликвидировать охлаждение смеси, являются автобетоновозы с термоактивными кузовами; средствами, позволяющими частично ликвидировать охлаждение, являются автобетоновозы с термоизолированным кузовом, а также автобетоносмесители с термоактивным баком для воды и термоизолированным барабаном.

Отчасти снизить теплопотери смеси и сохранить ее температуру можно, применяя автобетоносмесители с термоактивным баком или только с утепленным барабаном, а также применяя кузова автосамосвалов, специально оборудованные для обогрева смеси выхлопными газами.

7.5. Автобетоновоз с термоактивным кузовом (рис. 16) позволяет ликвидировать теплопотери перевозимой смеси, обусловленные как собственно процессом перевозки, так и контактом смеси с охлажденным в порожнем рейсе или на стоянке кузовом, и вместе с тем позволяет получить высокую однородность различных слоев перевозимой в кузове смеси и ликвидировать перегрев смеси, ее обезвоживание и пригорание в месте подачи выхлопных газов.

Автобетоновоз с термоактивным кузовом имеет базовый автомобиль, кузов, который оборудован наружной и внутренней обшивками и снабжен перегородкой, образующими наружную и внутреннюю полости. При необходимости прогрева кузова автобетоновоза выхлопные газы через патрубок с помощью наружного вентиля подаются от выхлопа мотора в кузов. Дальнейшее направление газов зависит от состояния кузова автобетоновоза. При порожнем кузове газы, регулируемые вентилем, по патрубку, имеющему тарельчатые изоляторы, подаются через приемное отверстие во внутреннюю полость кузова, разогревая его внутреннюю обшивку; при этом наружная полость играет роль термоизолятора. При загруженном кузове выхлопные газы подаются патрубком, снабженным тарельчатым изолятором, через приемное отверстие в наружную полость кузова; внутренняя полость при этом изолирована и играет роль термоизолятора. Охлажденные газы выходят через отверстие.

Возможен и одновременный ввод газов в обе полости, а также

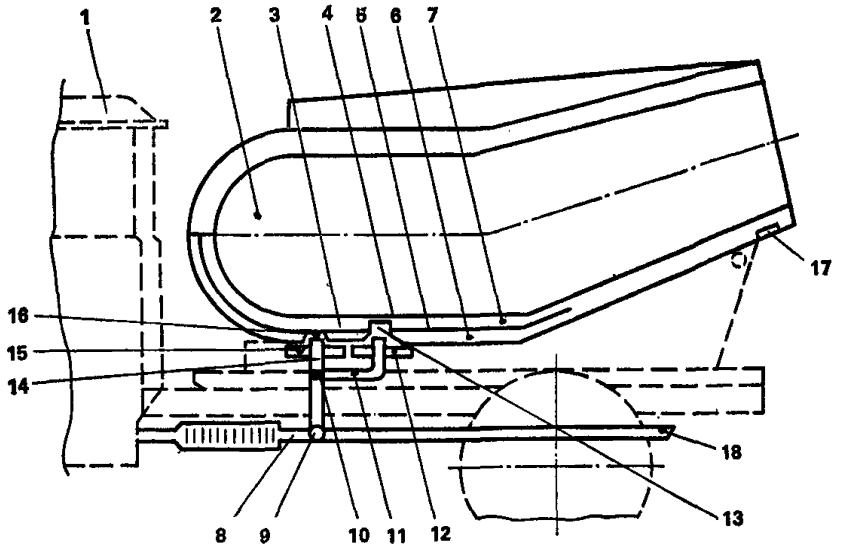


Рис. 16. Термоактивный кузов автобетоновоза

1 — базовый автомобиль; *2* — кузов; *3* — наружная обшивка кузова; *4* — внутренняя обшивка кузова; *5* — перегородка; *6* — наружная полость кузова; *7* — внутренняя полость кузова; *8* — газонесущий патрубок шасси автомобиля; *9* — регулятор направления газов; *10* — распределительный вентиль; *11* — патрубок внутренней полости кузова; *12* и *15* — тарельчатые изоляторы; *13* и *16* — приемные отверстия; *14* — патрубок наружней полости кузова; *17* — отверстие для выброски выхлопных газов; *18* — выхлопная труба

их частичный и полный отвод, минуя кузов, по выхлопной трубе наружу.

7.6. Автобетоносмесители с термоактивным баком для воды и термоизолированным смесительным барабаном (см. рис. 2) позволяют постоянно, вне зависимости от дальности и сроков транспортирования, иметь необходимую максимально разогретую воду и сохранять на должном уровне температуру заполнителей и приготовленной смеси. Это дает возможность доставлять бетонную смесь практически на ограниченное расстояние и укладывать смесь в разогретом состоянии без ее последующего разогрева в опалубке.

Автобетоносмеситель состоит из базового шасси с приводом и редуктором; смесительного барабана, он оснащен водяным баком, покрытым эффективным термоизолятором; внутри бака размещен змеевик, через который подаются выхлопные газы автомобиля (иногда масло двигателя и т. п.); через насос, (также термоизолированный), а также систему подачи и измерения количества воды, покрытую термоизолятором. Размещенный на шасси смесительный барабан также покрыт термоизолятором.

7.7. Автосамосвалы, переоборудованные для перевозки смеси с

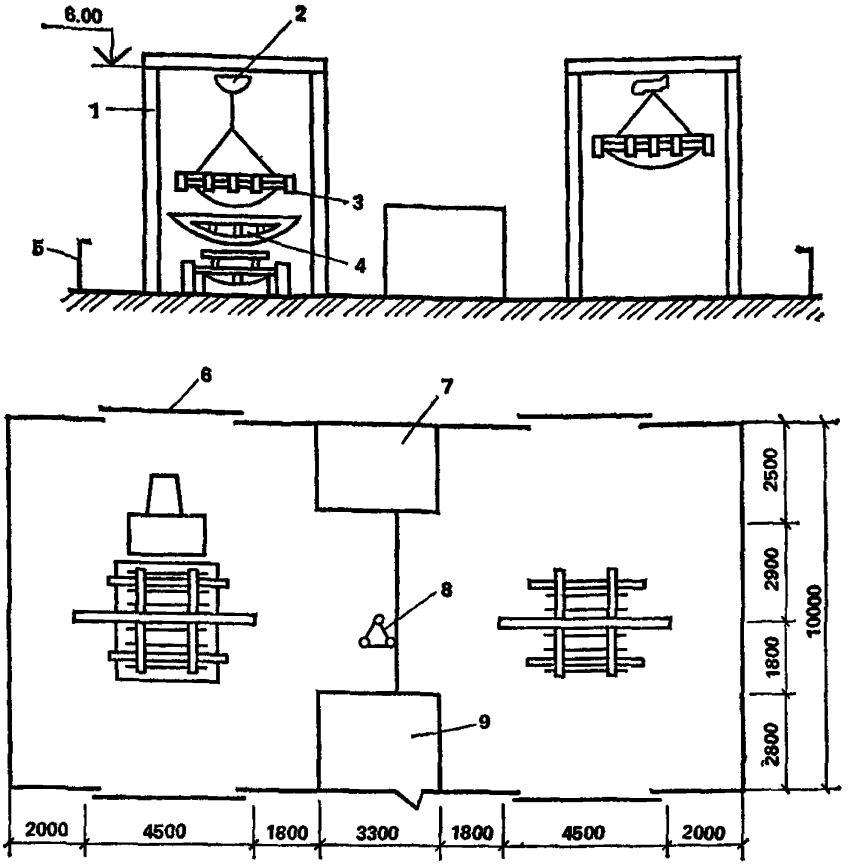


Рис. 17. Двухъячейковый пост для электроразогрева бетонных смесей в кузовах автосамосвала ЗИЛ-585

1 — портал; *2* — тельфер; *3* — рама с опускными электродами; *4* — автосамосвал; *5* — ограждение; *6* — шлагбаум; *7* — трансформаторная подстанция (КТПН); *8* — заземление; *9* — пульт управления разогревом

ее обогревом выхлопными газами, имеют специальный кузов, у которого конструктивно теплообогрев осуществлен путем пропуска выхлопных газов с предварительно пониженной до 30—45 °С температурой в зазор между двойными стенками бортов и днища кузова (см. рис. 5). Понижение температуры выхлопных газов может быть получено путем пропуска их через трубчатый змеевик.

Для более равномерного обогрева в зазорах двойного днища и бортов рекомендуется устраивать лабиринт, препятствующий проходу газов по кратчайшему пути к выхлопному отверстию; для предотвращения попадания в перевозимую бетонную смесь атмосферных осадков и прямой солнечной радиации, а также термоизоляции над кузовом самосвала рекомендуется делать крышку.

7.8. Электроустановка для разогрева доставленной смеси в кузовах автомобиля применяется при массовой доставке смесей автосамосвалами и размещается невдалеке от въездных ворот строительной площадки. Она представляет собой (рис. 17) площадку с электроизолирующим, обычно деревянным, настилом для установки автомобилей и прозрачным ограждением. На площадке устанавливается один или несколько порталов, оснащенных механизмом подъема и опускания электродов. Кроме того, установка оснащена силовым трансформатором и пультом управления, размещенным за пределами ограждения. Сущность электроразогрева бетонной смеси заключается в быстром подъеме ее температуры до 40—90 °С перед укладкой пропусканием тока сетевого напряжения 220—380 В, укладке ее в горячем состоянии и в последующем твердении бетона до приобретения требуемой прочности в процессе его медленного остывания в утепленной опалубке.

7.9. Электроразогрев смеси в автомобилях производится пооперационно в следующем порядке:

автомобиль въезжает на установку и останавливается в строго определенном положении под рамой с электродами;

водитель выходит из кабины за пределы ограждения установки;

электрик присоединяет провод от защитного заземления к кузову;

проверив отсутствие людей в пределах ограждения, электрик включает механизмы подъема электродов при работающем вибраторе, опускает электроды в бетонную смесь, находящуюся в кузове, после чего напряжение отключается;

ворота ограждения открываются, водитель садится в кабину автосамосвала, выезжает с поста и доставляет смесь к месту бетонирования.

7.10. Периодически электроэлектроды установки должны очищаться от остатков старого бетона. Очистку следует производить скребками, металлическими щетками или химическим путем: нанесением специальной пасты или жидким раствором (прил. 13).

7.11. Из-за возможного загустевания и остывания разогретая бетонная смесь должна доставляться к месту укладки в минимально короткие сроки, обычно не превышающие 10—15 мин. Перегрузки разогретой смеси не допускаются.

Разогрев доставленной на строительный объект выгруженной из автомобиля бетонной смеси производится в специальных бункерах, размещенных недалеко от места укладки смеси в конструкцию.

7.12. Бункера для разогрева бетонных смесей могут иметь различную конструкцию. Чаще других применяются поворотные бункера (рис. 18), которые изготовляются из листовой стали толщиной не менее 4 мм.

Такой бункер оборудован затвором для выгрузки смеси в конструкцию. Открытая часть бункера служит для приема смеси из самосвала. В бункере размещается 3—6 пластинчатых электродов, изготовленных из листовой стали толщиной не менее 6 мм. Электроды должны иметь закругленные углы. Для того, чтобы предотвратить повышенную плотность тока на кромках электродов, по их контуру следует приваривать трубу или круглые стержни, диаметр которых

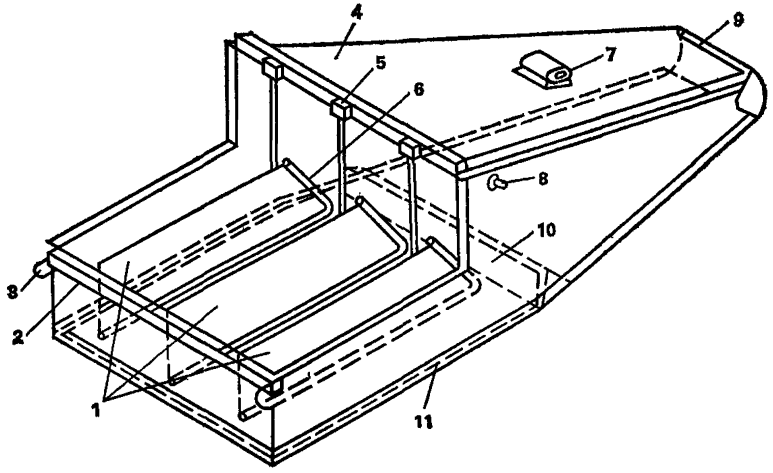


Рис. 18. Схема бункера для электроразогрева бетонной смеси

1 — пластинка-электрод; *2* — отбойный брус; *3* — подъемная петля; *4* — корпус бункера; *5* — токопроводящее устройство; *6* — трубы, приваренные по контуру к электродам; *7* — вибратор; *8* — болт для привода защитного заземления; *9* — затвор для выгрузки бетонной смеси; *10* — порожек; *11* — листовая резина для электроизоляции днища бункера

выбирается по расстоянию между электродами; крепление электродов к корпусу производится с помощью изоляторов. Днище бункера рекомендуется изолировать листовой резиной. В этом случае расстояние между днищем и электродами должно составлять 0,6 расстояния между электродами. Конструктивно в месте сужения бункера следует предусматривать порожек, ограничивающий растекание смеси.

На корпусе бункера устанавливается вибратор. Напряжение к бункеру подводится с помощью быстродействующего контактного устройства конусно-штепсельного разъема.

7.13. Электроразогрев бетонной смеси в бункерах производится на специальных постах. Такой пост представляет собой площадку с сетчатым инвентарным ограждением. На посту устанавливается трансформатор с пультом управления (вне ограждения), несколько

бункеров для разогрева (см. рис. 18). Ворота для въезда автосамосвалов на пост и калитка в ограждении для прохода людей должны быть блокированы с системой подачи напряжения на электроды бункеров.

7.14. Порядок разогрева смеси следующий:

бункера, очищенные от бетонной смеси, устанавливаются с помощью крана на посту в строго определенное положение;

бункера загружаются бетонной смесью непосредственно из автосамосвалов;

автосамосвал выезжает за пределы ограждения;

бетонная смесь, разгруженная в открытую приемную часть бункера, разравнивается и слегка уплотняется кратковременным включением вибратора;

открытая часть бункера закрывается крышкой или брезентом;

после выхода людей за пределы ограждения специально обученный электрик, предварительно убедившись в отсутствии напряжения на проводах, предназначенных для питания электродов, присоединяет к корпусу одного из бункеров провод от защитного заземления;

электрик соединяет провода от питающей сети по одному к трем контактным выводам электродов и выходит за пределы ограждения, закрывая калитку;

производится подача напряжения на электроды и электроразогрев бетонной смеси до расчетной температуры, после чего напряжение отключается;

убедившись в отсутствии напряжения на контактных выводах, электрик входит в пределы ограждения и при открытой калитке отключает токоподводящие устройства и провод, идущий от защитного заземления;

бункер с разогретой бетонной смесью подается к месту бетонирования краном и смесь выгружается в опалубку;

после удаления первой бадьи за пределы ограждения площадки во второй производится разогрев в последовательности, аналогичной первой.

7.15. Наибольшая температура разогрева смеси определяется расчетом. При этом она не должна превышать:

на портландцементах с содержанием C_3A до 6 % — 80 °С;

на портландцементах с содержанием C_3A более 6 % — устанавливается строительной лабораторией после экспериментальной проверки;

на шлакопортландцементах — 90 °С.

Основные уравнения и методика расчета параметра электроустановок для разогрева смеси в кузовах автомобилей, а также в специальных бункерах приведены в прил. 14.

7.16. Для доставки бетонных смесей при отрицательных температурах широко используются химические добавки, применение которых рекомендуется осуществлять в соответствии с разд. 5 настоящих Рекомендаций.

7.17. Доставка бетонной смеси, предназначенной для электропрогрева перед укладкой, или уже уложенной смеси, а также смеси, содержащей противоморозные добавки, может производиться и в неутепленной таре, но с защитой от снега и испарения влаги при условии обеспечения температурных слоев находящейся в кузове смеси выше 0 °С до начала электроразогрева и не менее чем на 5 °С выше температуры замерзания раствора солей затворения после укладки и уплотнения с противоморозными добавками.

7.18. Выбор средств, способов и режимов доставки бетонных смесей при отрицательных температурах производится по методике, изложенной в разд. 3 настоящих Рекомендаций. При этом доставка в зависимости от вида смесей должна производиться следующим образом:

сухих и частично приготовленных смесей — в автобетоносмесителях, оборудованных термоактивным баком для воды и термоизолированным смесительным барабаном;

готовых смесей — в автобетоновозах с термоактивными кузовами;

готовых смесей, содержащих противоморозные добавки, — в автобетоносмесителях и автобетоновозах с термоизолированными кузовами.

7.19. Доставка при температурах до —10 °С может производиться:

сухих и частично приготовленных бетонных смесей — в автобетоносмесителях, оборудованных термоактивным баком для воды;

готовых смесей — в автобетоновозах, автобетоносмесителях и автобадьевозах с термоизолированными кузовами, барабанами и бадьями, а также в автосамосвалах при условии разогрева доставленных на объект смесей электроустановками или с помощью специальных бункеров;

готовых смесей подвижностью до 2 см на расстояния до 5 км — в автосамосвалах с кузовом, обогреваемым выхлопными газами базового автомобиля;

готовых смесей подвижностью до 2 см, содержащих противоморозные добавки на расстояния до 5 км — в универсальных автосамосвалах.

7.20. Допустимое расстояние транспортирования разогретых бетонных смесей при отрицательных температурах воздуха определяется строительной лабораторией в зависимости от вида, температуры и консистенции смеси, а также принятых средств и способов достав-

Таблица 17

Исходная температура смеси, °С	Допустимое расстояние транспортирования, км	Допустимая продолжительность транспортирования, мин	Скорость транспортирования, км/ч
31—40	15	30	30
21—30	22,5	45	30
11—20	30—45	60—90	30
до 10	60	120	30

ки. При этом для смеси, не содержащей химических добавок, при гарантии сохранения ее температуры на необходимом уровне (см. раздел 4), рассчитываемом по уравнениям (4)—(11), оно не должно превышать значений, указанных в табл. 17.

7.21. Увеличить допускаемую продолжительность и расстояние транспортирования смеси рекомендуется за счет применения описанных в разделе пластифицирующих добавок, приготовления смеси пониженной, в допустимых пределах, температуры и подогрева ее у места укладки, а также введения в бетонную смесь противоморозных добавок, но только после проверки показателей свойств доставленной смеси и изготовленного из нее бетона.

7.22. Автотранспорт для доставки бетонных смесей, а также все дополнительное оборудование рекомендуется подготовлять к эксплуатации в зимних условиях до наступления отрицательных температур.

8. ОСОБЕННОСТИ ДОСТАВКИ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ В СУХУЮ ЖАРКУЮ ПОГОДУ

8.1. Условия жаркой сухой погоды при производстве бетонных работ характеризуются: температурой воздуха в 13 ч выше +25 °С и относительной влажностью менее 50 %.

8.2. Сухая жаркая погода отрицательно влияет на транспортируемую бетонную смесь и требует специальных мероприятий, направленных на сохранение ее свойств и свойств приготовляемого из нее бетона. Наиболее неблагоприятно эти условия сказываются на подвижности, вызывая ее резкое снижение и ухудшение удобообрабатываемости смеси, а также на водопотребности смеси, вынужденный интенсивный рост которой вызывает резкий перерасход цемента.

8.3. С целью сохранения подвижности перевозимых смесей рекомендуется применение следующих мероприятий:

снижение температуры доставляемых бетонных смесей или их составляющих при приготовлении;

сохранение низкой температуры бетонной смеси при ее доставке или доставке ее составляющих;

повышение подвижности бетонной смеси путем ее механической пластификации;

повышение подвижности бетонной смеси путем ее химической пластификации с помощью специально вводимых добавок;

доставка частично приготовленной смеси.

8.4. Температура бетонной смеси при бетонировании конструкций с модулем поверхности более 3 в момент отправки ее с бетоносмесительного узла не должна превышать 30—35 °С.

Следует, однако, иметь в виду, что при температуре смеси выше 25 °С могут возникнуть затруднения при укладке и уплотнении бетона. Транспортировать бетонную смесь с температурой выше 35 °С не допускается.

При бетонировании массивных конструкций (в том числе гидротехнических) с модулем поверхности менее или равном 3 температура бетонной смеси должна быть возможно низкой и не должна превышать 20 °С.

8.5. Расчет температуры бетонной смеси и ее составляющих следует производить по правилам, изложенным в разд. 4 настоящих Рекомендаций. При этом следует иметь в виду, что для снижения температуры свежеприготовленной бетонной смеси обычного состава на 1 °С необходимо или снизить температуру цемента на 8—10 °С, или воды примерно на 4 °С, или заполнителей на 1,6—1,8 °С. Поэтому для снижения температуры бетонной смеси целесообразно охлаждение, в первую очередь, заполнителей и воды затворения.

8.6. При доставке бетонных смесей в условиях сухого жаркого климата рекомендуется применять:

автобетоносмесители с термоизолированным водяным баком и термоизолированным смесительным барабаном — при перевозке готовых, частично приготовленных, а также сухих смесей с нормальной и предварительно пониженной температурой;

автобетоносмесители, обладающие возможностью механической пластификации, — при доставке готовых смесей, не содержащих химических добавок;

автобетоновозы с термоизолированным кузовом — при доставке готовых смесей нормальной и предварительно сниженной температуры;

автобетоновозы с термоизолированными кузовами совместно с приобъектными бетоносмесителями-перегружателями — при массовой доставке готовых или частично приготовленных бетонных смесей с их

доготовкой на строительном объекте; эта же схема эффективно применяется при использовании химических добавок.

8.7. Возможно применение автобетоносмесителей и автобетоновозов без термоизоляции при введении в смесь специальных химических добавок.

8.8. Применение автосамосвалов возможно при доставке частично приготовленных смесей на расстояния до 5 км с последующей их доставкой в приобъектных смесителях, а также смесей, содержащих специальные химические добавки.

8.9. При необходимости доставки смесей на объекты, находящиеся на значительном удалении от бетонных заводов, целесообразна раздельная доставка составляющих и вяжущих с последующим приготовлением смеси на строительном объекте.

8.10. Для уменьшения потери подвижности перевозимой смеси рекомендуется понижать температуру смесительных барабанов или кузовов автомобилей, например путем их охлаждения холодной водой перед загрузкой.

8.11. Во избежание перегрева бетонной смеси при перевозках в условиях высоких положительных температур рекомендуется красить кузова и бетоносмесительные барабаны специального автотранспорта в белый, серебристый и другие светоотталкивающие цвета.

8.12. Во всех случаях рекомендуется максимально возможное сокращение периода транспортирования, который, по возможности, желательно ограничивать 20—30 мин.

8.13. При доставке бетонной смеси в условиях сухого жаркого климата самосвалами ее рекомендуется укрывать влажной мешковиной.

8.14. Автомобили для доставки бетонных смесей и особенно имеющие оборудование для совмещения процессов доставки и укладки (см. разд. 2 настоящих Рекомендаций), а также сам процесс укладки должны иметь параметры и технические характеристики, позволяющие сокращать время выгрузки, распределения и укладки доставляемой смеси до минимума.

8.15. В целях сохранения бетонных смесей рекомендуется снижать количество их перевозок до минимума, а сами пункты перегрузки предохранять от прямого воздействия солнечных лучей.

8.16. Во избежание снижения марки бетона и перерасхода вяжущего запрещается вводить в целях пластификации в готовую бетонную смесь дополнительное количество воды.

8.17. Выбор средств, способов и режимов доставки бетонных смесей, не содержащих химических добавок, производится по методике, изложенной в разд. 3 настоящих Рекомендаций. При этом максимальная продолжительность перевозки в каждом случае определяется строительной лабораторией. Ориентировочная продолжитель-

Таблица 18

Исходная температура смеси, °С	Допустимая длительность перевозки и укладки в конструкцию, мин	Допустимое расстояние транспортирования, км	Скорость транспортирования, км/ч
15	90—120	45—60*	30
20	60—90	30—45*	30
25	30—60	15—30*	30
30	15—30	7,5—15*	30
35	10—15	5—7,5*	30

* Максимальное расстояние дано из условия немедленной, после прибытия автомобиля на объект, укладки смеси в конструкцию.

ность перевозки и укладки, а также расстояние транспортирования без побуждения тяжелой готовой бетонной смеси не должно превышать величин, указанных в табл. 18.

8.18. Рекомендуемая длительность перевозки и укладки, а также расстояние транспортирования без побуждения готовой керамзитобетонной смеси должны быть не больше значений, приведенных в табл. 19.

8.19. В сухую жаркую погоду не рекомендуется приготовлять бетонные смеси без применения поверхностно-активных, пластифицирующих, пластифицирующе-воздухововлекающих и комплексных добавок, а также, при необходимости, — добавок ускорителей твердения.

Исключения должны составлять случаи, специально оговоренные проектами.

8.20. Виды, количество и моменты введения добавок, а также состав бетонных смесей рекомендуется определять в соответствии с разд. 5 настоящих Рекомендаций.

Таблица 19

Исходная температура смеси, °С	Допустимая длительность перевозки и укладки в конструкцию, мин	Допустимое расстояние транспортирования, км	Скорость транспортирования, км/ч
15	40—60	20—30*	30
20	30—50	15—25*	30
25	20—40	10—20*	30
30	10—20	5—10*	30
35	5—10	2,5—5*	30

* Максимальное расстояние дано из условия немедленной, после прибытия автомобиля на объект, укладки смеси в конструкцию.

9. ОТПУСК, ПРИЕМ, КОНТРОЛЬ И ГАРАНТИИ КАЧЕСТВА ДОСТАВЛЯЕМЫХ АВТОМОБИЛЯМИ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

9.1. Ответственность за качество доставленной бетонной смеси несут: завод — изготовитель смеси, транспортная организация, осуществляющая его перевозку и доготовку или приготовление в автомобиле, и потребитель.

9.2. Отпускаемые с завода-изготовителя и доставляемые автомобилями бетонные смеси должны соответствовать требованиям стандартов и техническим требованиям заказчика, разработанным в соответствии с проектом на строительство бетонируемой конструкции; технические требования должны быть согласованы заводом-изготовителем и транспортной организацией.

9.3. Соответствие показателей свойств доставленной на объект смеси техническим требованиям на нее устанавливается на строительном объекте совместно заказчиком и представителем завода-изготовителя и транспортной организации.

9.4. В случае несоответствия смеси техническим требованиям заказчик имеет право на возврат смеси и выявление ответственности сторон.

9.5. Состав технических требований на доставленную бетонную смесь должен соответствовать ГОСТам и содержать:

проектную марку бетона по прочности на сжатие;

проектный возраст бетона;

проектную марку по средней плотности (для легких бетонов);

марку по водонепроницаемости, морозостойкости, на растяжение при изгибе и другим показателям бетона (если они предъявляются);

наибольшую крупность заполнителей;

показатели пористости;

показатели однородности;

показатели расслаиваемости;

условия транспортирования, включая вид транспорта, режим транспортирования, класс дорог и расчетную продолжительность или расстояние транспортирования;

требуемую удобоукладываемость на заводе-изготовителе и у места укладки;

требуемую температуру смеси на заводе-изготовителе и у места укладки.

9.6. Доставка бетонных смесей должна осуществляться в соответствии с графиком, разработанным изготовителем, потребителем и транспортной организацией.

9.7. Отпуск и прием доставляемой автомобилями смеси произво-

дится по показателю массы полученного из нее бетона в уплотненном состоянии.

9.8. Изготовитель выдает на доставляемую бетонную смесь паспорт (прил. 15), в котором указывает показатели характеристик смеси, изложенных в технических требованиях заказчика, а также:

наименование, телефон и адрес изготовителя;

наименование, телефон и адрес вышестоящей организации;

состав и количество химических добавок;

тип автомобиля, доставляющего смесь;

режим доставки смеси;

номер автомобиля;

наименование организации, осуществляющей доставку смеси, ее адрес и телефон;

наименование, телефон и адрес вышестоящей транспортной организации.

9.9. Контроль качества бетонных смесей следует осуществлять в соответствии с требованиями соответствующих Строительных норм и правил, действующих Государственных стандартов.

9.10. Свойства доставляемой бетонной смеси устанавливаются у места ее приготовления и сразу же после доставки в сроки, установленные соответствующими СНиПами; кроме этого определяются: расслоение бетонной смеси — не менее одного раза в смену; объемная масса уплотненной смеси — не менее двух раз в смену; подвижность и температура смеси, а также отделимость цементного теста — не менее двух раз в смену; воздухововлечение — не менее одного раза в сутки.

9.11. В случае если показатели свойств контролируемой бетонной смеси выходят за допустимые, следует производить корректировку технологии доставки или состава смеси.

9.12. Нормы и количество отбираемых проб бетонной смеси для определения прочности бетона и правила оценки результатов при производственном контроле устанавливают по ГОСТам.

9.13. Отбор проб на заводе-изготовителе производится лабораторией изготовителя, отбор проб на объекте производится лабораторией заказчика. По требованию заказчика результаты испытаний контрольных образцов на прочность бетона завод-изготовитель обязан сообщить не позднее, чем через трое суток после проведения испытаний.

9.14. Отбор проб бетонной смеси для характеристики процесса и средств доставки следует производить из кузова транспортного средства «послойным» методом. В бетонную смесь последовательно вставляют четыре телескопических кольца (одно внутрь другого) и также последовательно отбирают четыре пробы бетонной смеси. Па-

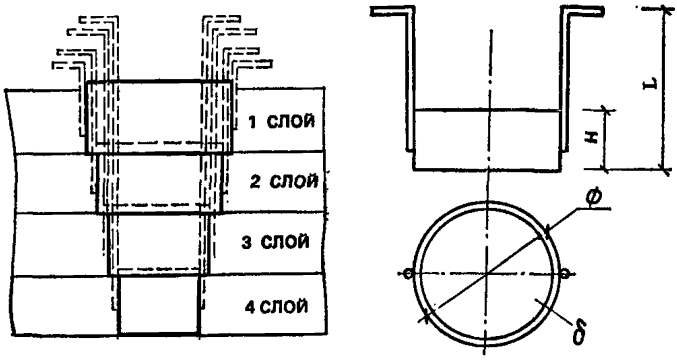


Рис. 19. Схема послойного отбора проб готовой бетонной смеси с помощью телескопических колец

раметры телескопических колец даны в табл. 20, а схема отбора приведена на рис. 19.

При транспортировании бетонной смеси в автобетоносмесителе отбор проб производится традиционным способом после выгрузки бетонной смеси.

9.15. Отбор проб товарных бетонных смесей, предназначенный для определения допустимой дальности перевозки, производится после выгрузки смеси из транспортных средств «случайным» методом (рис. 20). При этом весь объем транспортируемой за один рейс смеси условно представляется в виде усеченного конуса, разделенного на одинаковое число в определенной последовательности пронумерованных элементарных объемов, кратных объему отбираемой пробы.

Для каждого случая отбора по таблице случайных чисел (прил.

Таблица 20

Кольцо для отбора проб	Высота кольца H, мм	Диаметр кольца, мм	Толщина δ, мм	Высота пробоотборника, мм	Длина ручки, мм	Номер слоя	Число, шт.
Из автобетоновозов	350	700	2	400	140	1	1
	350	600	2	750	140	2	1
	350	500	2	1100	140	3	1
	350	400	2	1450	140	4	1
Из автосамосвалов	150	700	2	200	140	1	1
	150	600	2	400	140	2	1
	150	500	2	600	140	3	1
	150	400	2	800	140	4	1

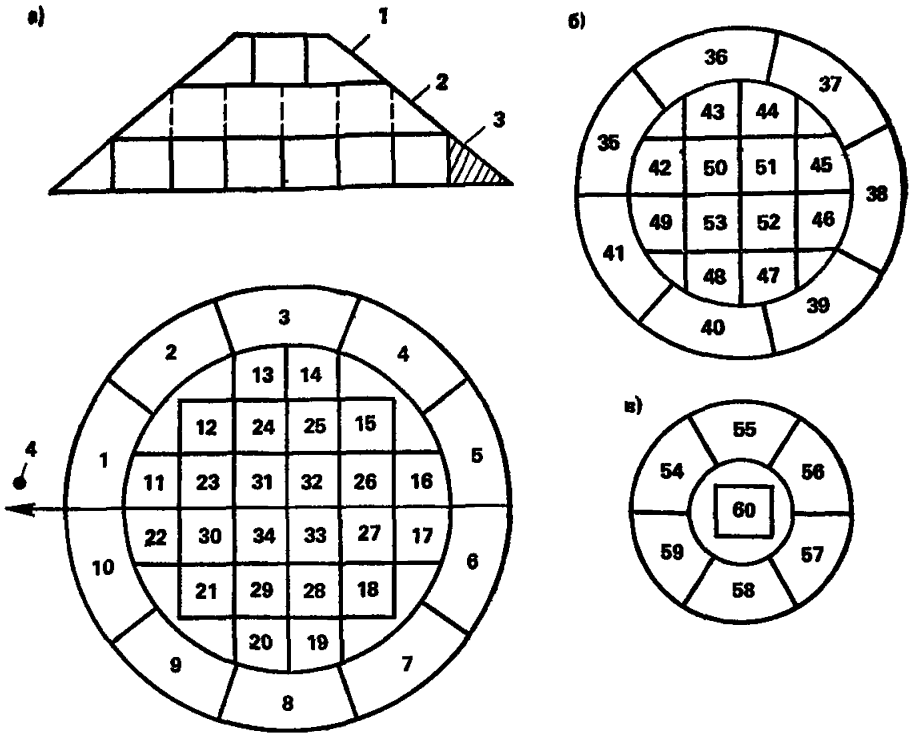


Рис. 20. Схема деления выгруженной из автомашины бетонной смеси на элементарные объемы при отборе проб «случайным методом»

а — карта элементарных объемов на нижнем уровне; *б* — карта элементарных объемов на среднем уровне; *в* — карта элементарных объемов на верхнем уровне
1 — верхний уровень отбора проб; *2* — средний уровень отбора проб; *3* — нижний уровень отбора проб; *4* — ориентировано к выгрузочному кузову транспортного средства

16) определяют номера элементарных проб. Всего берется четыре пробы.

9.16. Оценка прочности бетона по результатам испытаний контрольных образцов должна производиться по действующим указаниям на методы испытаний, оценку прочности и однородности. В качестве основного метода контроля следует применять систематический статический контроль.

9.17. При доставке бетонных смесей помимо ежедневных технических осмотров средств доставки перед их выходом на линию необходимо перед каждым рейсом проверять чистоту кузовов, отсутствие снега и наледи, а также песка и остатков смеси от предыдущего рейса. Кроме этого, необходимо следить за выполнением мероприятий по утеплению, укрытию и обогреву транспортных средств — не менее двух раз в смену.

10. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ДОСТАВКЕ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ АВТОМОБИЛЯМИ

10.1. Доставка бетонных смесей должна осуществляться при строгом соблюдении правил техники безопасности, изложенных в СНиП III-4-80 «Техника безопасности в строительстве», а также других общесоюзных, отраслевых и ведомственных документах.

10.2. Дороги, по которым осуществляется доставка бетонных смесей, подъездные пути, проезды, строительные погрузочные и разгрузочные площадки должны отвечать требованиям существующих стандартов и содержаться в исправном состоянии, регулярно очищаться от льда, грязи, строительного мусора, а в зимнее время должны посыпаться песком, шлаком и другими уменьшающими скольжение материалами. Они должны быть оснащены регламентирующими порядок дорожного и внутриобъектного движения дорожными знаками, надписями, указателями и схемами, освещаемыми в темное время суток.

10.3. Загрузка автомобилей бетонной смесью на бетонных заводах и их разгрузка на строительных объектах должны осуществляться на погрузочных и разгрузочных площадках, имеющих твердое покрытие и уклон не более 3° и имеющих достаточное и равномерное естественное и искусственное освещение.

10.4. Погрузочные и приемные площадки должны иметь место для маневрирования и подъездные пути с жестким покрытием, а также обладать достаточным погрузоразгрузочным фронтом и при необходимости — местом для установки средств механизации или дополнительного внутриобъектного оборудования для доставки бетонных смесей (бадьи, бетоносмесители-перегружатели, пневмобетононагнетатели, бетононасосы и т. п.).

10.5. Погрузочные и разгрузочные площадки, а также эстакады для выгрузки бетонной смеси рекомендуется оборудовать защитным ограждением. Ширину прохода между ограждением и автомобилем или оборудованием рекомендуется устанавливать не менее 0,6—0,8 м.

10.6. На погрузочных и разгрузочных площадках и эстакадах не должны находиться люди, не имеющие отношения к этим процессам.

10.7. Бетонотранспортное средство может устанавливаться под загрузку и разгрузку бетонных смесей только после разрешения оператора на заводе-изготовителе и специального рабочего на строительном объекте. Сама загрузка и разгрузка может начинаться только после предупредительного сигнала водителя бетонотранспортного средства.

10.8. Подавать автомобили-самосвалы и автобетоновозы под по-

грузку бетонной смеси из бункера необходимо с таким расчетом, чтобы кабина не проходила под разгрузочным бункером.

10.9. Находиться в кабине и кузове бетонотранспортного средства, находящегося под загрузкой, не допускается.

10.10. При разгрузке бетонной смеси из самосвалов вдоль автомобиля надо оставлять проход для рабочих, очищающих поднятый кузов.

10.11. При выгрузке бетонной смеси из автосамосвала, автобетоновоза и автобетоносмесителя с бровки котлована машины не должны подъезжать к бровке ближе, чем на 1 м.

10.12. Запрещается разгружать автомобиль на ходу и двигаться с поднятым кузовом или выгружающим смесь барабаном автобетоносмесителя.

10.13. Доставку бетонной смеси в автобетоновозах необходимо осуществлять при закрытых верхних крышках кузова. При отсутствии крышек доставка не разрешается.

10.14. Вращение бетоносмесительного барабана с частотой, большей 6—8 об/мин, во время движения автобетоносмесителя со скоростью, большей 10—15 км/ч, не допускается.

10.5. Режимы доставки бетонных смесей автомобилями (скорость, частота вращения барабана бетоносмесителя, подвижность смесей и т. д.) должны отвечать параметрам доставки, оговоренным в технических условиях и паспорте автомобиля.

10.16. Во избежание накопления значительных масс затвердевшей бетонной смеси в барабанах автобетоносмесителей и кузовах автобетоновозов, приводящего к потере устойчивости этих автомобилей при их эксплуатации, после каждого рейса в специально отведенных местах необходимо осуществлять их (кузовов автобетоновозов, автосамосвалов и барабанов автобетоносмесителей) очистку и промывку.

10.17. Работу бетонотранспортного оборудования совместно с дополнительным оборудованием для доставки бетонной смеси, а также внутриобъектным бетоноподающим оборудованием (автобетононасосы, конвейеры и т. д.) рекомендуется осуществлять только при наличии дежурного оператора, координирующего синхронность проведения процесса.

10.18. При доставке бетонных смесей с их последующим электроразогревом в кузовах автомобилей водитель, въехав под установку для электропрогрева, должен покинуть кабину, а также пределы самой установки.

10.19. Установка для электропрогрева должна быть оснащена электрозащитным полом и предупреждающей о подаче напряжения световой и звуковой сигнализацией.

10.20. Пульты управления электроустановками для разогрева доставленной бетонной смеси в кузовах автомобилей и в бункерах, оснащенных электродами, должны размещаться вне пределов ограждения электроустановок. Двери в ограждении, предназначенные для прохода обслуживающего установку персонала, а также ворота для въезда автосамосвалов должны быть сблокированы с системой сигнализации и подачи напряжения на электроды.

10.21. При доставке бетонных смесей с химическими добавками следует иметь в виду, что все добавки ядовиты и разъедают кожу (при этом особенно опасными являются противоморозные добавки), а сами бетонные смеси обладают повышенной электропроводностью, в связи с чем персонал, связанный с доставкой, должен быть обеспечен специальной одеждой и средствами индивидуальной защиты.

10.22. В связи с ядовитостью химических добавок особую осторожность необходимо проявить при ручной очистке и промывке кузовов и барабанов бетонотранспортных средств во избежание разбрызгивания остатков смеси и ее попадания на обслуживающий персонал.

10.23. Автомобильные транспортные средства, не прошедшие ежегодный технический осмотр и регистрацию в органах Государственной автомобильной инспекции МВД СССР, до работ не допускаются.

10.24. Техническое состояние автотранспортных средств должно отвечать требованиям ГОСТа.

10.25. Автомобили должны иметь предохранительные устройства от попадания в кабину остатков смеси при погрузоразгрузочных и транспортных операциях.

10.26. Седельно-сцепные и поворотные устройства автобетоносмесителей и автобетоновозов, выполненных в виде автопоезда («автомобиль-полуприцеп»), должны допускать поворот полуприцепов и прицепов в горизонтальной плоскости относительно тягача не менее чем на 90° в каждую сторону и подъем по дорогам с уклоном не менее 18°, в том числе при вращении загруженного барабана автобетоносмесителя.

10.27. Автомобили, имеющие навесное оборудование для укладки смеси (транспортеры, стрелы, лотки и т. д.), должны быть оснащены дополнительными световыми приборами для работ в вечернее и ночное время.

Технические характеристики основных отечественных автобетоносмесителей

№ п.п.	Параметры	СБ-92	СБ-92А	СБ-92-1А	СБ-130	СБ-132
1	Полезная вместимость бетоносмесительного барабана при γ:					
	2,9 т/м³	3,5	4	4	8	8
	1,9 т/м³	—	5	5	9	9
	1,75 т/м³	—	—	—	10	10
2	Геометрический объем бетоносмесительного барабана, м³	6,1	8	8	14	14
3	Вместимость водяного бака, л	850	750	750	1500	1000
4	Скорость вращения барабана автобетоносмесителя, об/мин	До 14,5	До 14,5	До 14,5	До 14	14
5	Высота загрузки, мм	3520	3620	3500	3700	3650
6	Масса технологического оборудования, кг	3650	3550	3500	6900	6200
7	Общая масса автобетоносмесителя с грузом, т	22,2	22,6	19,5	36	35
8	Тип базового шасси	КрАЗ-258	КрАЗ-258-Б1	КамАЗ-5511	МАЗ-999Б	МАЗ-999Б
9	Число осей базового шасси, шт.	3	3	3	5	5
10	Мощность двигателя бетоносмесительного барабана, кВт	37	40	40	57	57
11	Тип двигателя барабана	Автономный				
12	Вид привода барабана	Механический				
13	Длина, мм	8030	8030	7280	11 720	11 720
	Ширина, мм	2650	2650	2500	2 500	2 500
	Высота, мм	3520	3620	3350	3 650	3 650

Продолжение прил. 1

№ п.п.	Параметры	СБ-127	СБ-159	СБ-92-1Б	АМ6 FH	АМ6 SH
1	Полезная вместимость бетоносмесительного барабана при:					
	2,9 т/м³	5	5	4,2	4,4	4,6
	1,9 т/м³	6	6	5,2	5	5
	1,75 т/м³	—	—	—	6,8	6,8
2	Геометрический объем бетоносмесительного барабана, м³	10	18	8	10,1	10,1
3	Вместимость водяного бака, л	1000	400	450	400	400
4	Скорость вращения барабана автобетоносмесителя, об/мин	16	До 20	6—14	0—12	До 20
5	Высота загрузки, мм	3650	3380	—	3675	3675
6	Масса технологического оборудования, кг	4600	3150	3425	—	—
7	Общая масса автобетоносмесителя с грузом, т	19,15	26,97	24	24	24
8	Тип базового шасси	КрАЗ-6506	КамАЗ-5511	КамАЗ-5511	КрАЗ-257К1	КрАЗ-257К1
9	Число осей базового шасси, шт.	3	3	3	3	3
10	Мощность двигателя бетоносмесительного барабана, кВт	57	—	37	44	—
11	Тип двигателя барабана	Автономный	Двигатель шасси	Автономный		Двигатель шасси
12	Вид привода барабана	Гидравлический			Гидромеханический	
13	Длина, мм	7500	1600	7380	9410	9680
	Ширина, мм	2500	2500	2500	2630	2630
	Высота, мм	3380	3650	3420	3675	3675

Технические характеристики отечественных автобетоновозов и бадьевозов

№ п.п.	Характеристика	Автобетоновоз				
		СБ-113	СБ-113М	СБ-113А	СБ-124	СБ-128
1	Полезная вместимость кузова, м³	1,6	3	2,5	4	6
2	Форма кузова	Каплевидный двойной		Каплевидный с термоактивным кузовом	Каплевидный двойной	
3	Геометрический объем кузова, м³	2,8	4,3	7,3	9,5	5
4	Теплоизоляция кузова	Пассивная		Активная	Пассивная	
5	Высота загрузки, мм	2600	2675	2650	2880	3200
6	Высота выгрузки, мм	1600	1600	1000	1200	1530
7	Угол наклона разгрузочной части днищ, град	60	60	60	60	60
8	Угол наклона кузова, град	100	100	85	90	85
9	Возможность выгрузки	Назад				
10	Масса технологического оборудования, т	1,2	1,5	1,2	3,2	3,6
11	Масса снаряженного автобетоновоза, т	5,2	7,8	5,2	10,5	12,8
12	Полная масса бетоновоза с грузом, т	9,3	14,2	11	19,1	23,5
13	Габариты в транспортном положении, мм:					
	длина	5730	5850	5850	6790	7980
	ширина	2500	2600	2500	2880	2500
	высота	2675	2640	2700	2850	3160
14	Тип базового шасси	ЗИЛ-13СД1	МАЗ-504Г	ЗИЛ-ММЗ-555К	КамАЗ-5511	КрАЗ-6505

Продолжение прил. 2

№ п.п.	Характеристика	Автобетоновоз			Автобадьевоз
		АБ-2	АБ-32	АБ-104	
1	Полезная вместимость кузова, м³	3,2	3,2	4	2×1,5=3
2	Форма кузова	Каплевидный двойной		Каплевидный с ветровыми экранами	Цилиндрические двойные
3	Геометрический объем кузова, м³	5	5	6	2×1,8=3,6
4	Теплоизоляция кузова	Активная	Пассивная	Ветровые экраны	Пассивная
5	Высота загрузки, мм	2700	2700	2700	2230
6	Высота выгрузки, мм	1250	1250	1660	Переменная
7	Угол наклона разгрузочной части днищ, град	55	60	60	—
8	Угол наклона кузова, град	85	90	90	—
9	Возможность выгрузки	На 3 стороны	Назад		Из бадей в конструкцию
10	Масса технологического оборудования, т	1,9	2	2,2	2,4
11	Масса снаряженного автобетоновоза, т	8,2	7,8	9	7,5
12	Полная масса бетоновоза с грузом, т	16,2	15,7	19,2	14,5
13	Габариты в транспортном положении, мм:				
	длина	5730	6450	7000	11 010
	ширина	2600	2500	2500	2420
	высота	2930	2755	3000	2400
14	Тип базового шасси	МАЗ-503А	МАЗ-503А	КамАЗ-5511	ЗИЛ-130В1

Автомобили-самосвалы средней и малой грузоподъемности, которые после модернизации кузова могут быть применены для транспортирования бетонной смеси и заполнителей для нее

Таблица 1

Параметры	Модель автомобиля-самосвала средней грузоподъемности					
	ЗИЛ-ММЗ-555	ЗИЛ-ММЗ-4502	КамАЗ-5511	КамАЗ-55102	МАЗ-5549	КрАЗ-25651
Кузов	Цельнометаллический с защитным козырьком	Цельнометаллический	Цельнометаллический	Цельнометаллический	Цельнометаллический	Цельнометаллический
Геометрический объем кузова, м³	3	3,8	7,2	—	5,1	6
Разгрузка кузова	Назад			На 3 стороны	Назад	
Грузоподъемность, кг	5250	5800	10 000	7000	800	12 000
Собственная масса, кг	4570	4800	9000	8480	7225	10 850
Полная масса, кг	10 045	10 825	19 150	15 630	15 375	23 085
Угол подъема кузова, град	55	50	60	50	55	60
Время подъема кузова с грузом, с	1,5	15	19	18	15	20
Время опускания кузова, с	15	20	25	25	—	—
Максимальная скорость, км/ч	90	90	80	80	75	68

Продолжение прил. 3

Таблица 2

Параметры	Модель автомобиля-самосвала малой грузоподъемности				
	САЗ-3504	САЗ-3503	САЗ-3502	ГАЗ-САЗ-53Б	прицеп-самосвал ЦКБ-А 311
Кузов	Цельнометаллический		С предварительным подъемом, цельнометаллический	Цельнометаллический	
Грузоподъемность, кг	2250	2400	3200	3550	4000
Собственная масса, кг	2900	2750	4030	3700	1500
Полная масса, кг	5300	5300	7380	7400	5500
Геометрический объем кузова, $м^3$	2	3,2	4,25	5	3
Разгрузка	Назад		Назад с подъемом вверх	На 3 стороны	Назад
Угол подъема кузова, град	48	48	58	50	40
Время подъема кузова с грузом, с	15	15	15	20	—
Максимальная скорость, км/ч	70	70	—	—	—

Полуприцепы-цементовозы

ТЦ-4 (С2927)	ТЦ-10
Выпускался Прилукским заводом строительных машин под индексом С-927. Предназначен для перевозки цемента. Основной тягач — ЗИЛ-130В1, оборудованный компрессором с приводом от двигателя. Полуприцеп несущей конструкции. Разгрузка пневматическая с аэрацией. Цистерна цилиндрическая, стальная, установлена с наклоном назад для улучшения разгрузки	Выпускается Прилукским заводом строительных машин с 1980 г. Предназначен для перевозки цемента. Основной тягач — ЗИЛ-130В1, оборудованный вакуумным компрессором с приводом от двигателя. Цистерна цилиндрическая, стальная, установлена с наклоном назад для улучшения разгрузки. Загрузка — через загрузочный рукав при создании разрежения в цистерне или через загрузочный люк, разгрузка пневматическая, с аэрацией
Грузоподъемность 7000(8000)* кг	Грузоподъемность 7000(10000)* кг
Эксплуатационный объем цистерны 7 м^3	Собственная масса автопоезда 7600 кг
Геометрический объем цистерны 8,87 м^3	Полная масса автопоезда 14825(17825)** кг
Собственная масса 3300 кг	
Полная масса 10300 кг	Диаметр цистерны 1400 мм
	Вакуум-компрессор: тип РВК-6Л потребляемая мощность 18,5 кВт
Компрессор: тип РК-6/1 (РКВН-6Л) производительность 6 м^3/мин потребляемая мощность 18,5 кВт	
Время загрузки и разгрузки 20 мин	Время саморазгрузки 20 мин
Дальность подачи цемента по горизонтали 50 м по вертикали 25 м	Время разгрузки 23 мин Дальность подачи цемента при разгрузке по вертикали 25 м Дальность подачи цемента при саморазгрузке 8 м
Диаметр загрузочного люка 400 мм	Диаметр загрузочного люка 400 мм

* На дорогах I и II категорий.
** Длина полуприцепа, в скобках — автопоезда.

ТЦ-6	С-652
Выпускается Красногорским заводом цементного машиностроения. Предназначен для перевозки цемента. Основной тягач — МАЗ-504А, оборудованный компрессором. Цистерна цилиндрическая, стальная, наклонена на 9° назад для улучшения разгрузки. Разгрузка пневматическая, с применением аэрации. Полуприцеп укомплектован двумя разгрузочными шлангами, которые в транспортном положении укладываются на специальные кронштейны. Для доступа к загрузочному люку с левой стороны имеются площадка и лестница. Тормоза опорные устройства полуприцепа МАЗ-5425	Выпускается Славянским заводом строительных машин. Основной тягач — КрАЗ-258БІ, оборудованный компрессором с приводом от двигателя. Цистерна несущая, цилиндрическая, установлена с наклоном назад для улучшения разгрузки. Загрузка через люки, разгрузка пневматическая с аэрацией
Грузоподъемность 13000 кг	Грузоподъемность 22000 кг
Эксплуатационный объем цистерны 11,8 м³	Эксплуатационный объем цистерны 20 м³
Собственная масса 4100 кг	Собственная масса 7850 кг
Полная масса 17100 кг	Геометрический объем цистерны 21 м³
Габариты 9255*×2600×(2500)**×3600 мм	Полная масса 29850 кг
База 3830 м	Габариты 13350(9200)***×2630×3800 мм
Диаметр загрузочного люка 400 мм	Внутренние размеры цистерны, мм
Производительность 6 м³/мин	длина 9250
Шланг разгрузочный:	диаметр 1800
внутренний диаметр 100 мм	Число люков 400 мм — 2 шт.
длина с наконечником 4,2 м	Модель компрессора РК-6/1
Время загрузки 30 мин	Время разгрузки 50 мин
Дальность подачи цемента 50 м	Дальность подачи цемента при разгрузке, м:
В том числе по вертикали 25 м	по горизонтали 50
	по вертикали 25
	Масса цистерны 3600 кг

Техническая характеристика перегружателя-смесителя принудительного действия (СБ-158)

Таблица 1

Показатель	Единица измерения	Величина
Объем приемного бункера	$м^3$	4,5
Ширина загрузочного устройства	мм	3000
Характеристика шнеков количество	шт.	2
диаметр	мм	550
шаг витков	»	430
частота вращения	об/мин	50
Привод	—	Электрогидравлический
Скорость передвижения при буксировке	км/ч	До 40
Размеры:		
длина	мм	6050
ширина	»	2500
высота	»	1700
Масса	кг	2000

Таблица предпочтительности технологического применения бетонотранспортных автомашин при условии $T \leqslant T_{доп}$

№ п. п.	Условия строительной площадки	Вид строительных конструкций	Территориальная сосредоточенность бетонных работ	Наличие на строительном объекте бетоноперемешивающего оборудования	Вид внутриобъектного бетоноподающего и бетоноукладывающего оборудования	Вид предпочтительных бетонотранспортных машин
1	Нормальный темп бетонирования. Отсутствие стесненных условий	Массивные и малосреднеармированные конструкции	Бетонные работы сосредоточены на незначительном участке (строительство высотного здания)	Бетоноперемешивающего оборудования	Подъемный кран с бадьями	Автобетоновоз, не имеющий приспособления для побуждения смеси
2	То же	То же	То же	Имеется бетоносмеситель перегрузок	Бетононасос	То же
3	»	»	Бетонные работы на сооружениях типа гидротехнических	Эстакады для автомобилей, гравитационная укладка смесей	Специальных бетоноукладывающих механизмов нет	»
4	»	»	Строительство протяженных объектов (дороги I и II класса, аэродромы)	Бетоноперемешивающего оборудования нет	Бетоноукладочные машины типа дорожных укладчиков	»
5	»	»	Строительство протяженных объектов (дороги низших классов)	То же	Специальных бетоноукладывающих механизмов нет	Автобетоносмеситель или автобетоновоз-побудитель
6	»	»	Строительство рассредоточенных объектов с малым объемом укладываемой бетонной смеси (фундаменты под заборы, сельское строительство)	»	То же	Автобетоносмеситель или автобетоновоз-побудитель
7	»	Тонкие, ответственные густоармированные конструкции	Бетонные работы сосредоточены на незначительном участке (специальные резервуары, башни и т. д.)	Имеется бетоносмеситель-перегружатель	Бетононасосы	Автобетоновоз, не имеющий приспособлений для побуждения смеси
8	»	То же	Рассредоточенное строительство	То же	Автобетононасос	То же
9	Нормальный темп бетонирования. Стесненные условия	»	Бетонные работы сосредоточены на незначительном участке	»	Бетононасосы	»

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Методика определения величин снижения температуры тяжелой бетонной смеси на операциях ее доставки

Величины снижения температуры бетонной смеси ($\Delta t_{\text{п.р}}$) определяются:

а) при горизонтальном транспортировании бетонной смеси согласно разд. 4 настоящих Рекомендаций;

б) при укладке и уплотнении бетонной смеси по формуле

$$\Delta t_{\text{п.р}} = \Delta t'_{\text{у}} \cdot \tau,$$

где τ — продолжительность укладки смеси, мин; $\Delta t'_{\text{у}}$ — снижение температуры смеси при укладке град/1 град в 1 мин:

$\Delta t'_{\text{у}}$	Толщина конструкции, мм
0,03	60
0,018	100
0,012	150
0,009	200
0,007	300
0,005	400
0,004	500
0,003	700

в) при погрузках и перегрузках на каждую операцию можно принимать $\Delta t_{\text{п.р}} = 0{,}032$ град/1 град в 1 мин;

г) при перемещении башенным краном — по формуле $\Delta t_{\text{п.р}} = 0{,}0022\ H$, где H — высота подъема, м;

д) при перемещении смеси шахтным подъемником (в утепленной шахте) $\Delta t_{\text{п.р}} = 0{,}001\ H$.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Определение теплопотерь и температуры бетонной смеси в результате ее доставки

Дано. Бетонный завод выпускает разогретую до температуры +40 °С бетонную смесь, которая доставляется на объект, находящийся в 15 км от завода, частично с помощью автосамосвалов ЗИЛ-ММЗ-555 с необогреваемым кузовом, а частично — с помощью таких же машин, но с модернизированным кузовом, обогреваемым выхлопными газами. Температура окружающей среды —20 °С. Скорость перевозки $v = 30$ км/ч.

Определить. 1. Теплопотери бетонной смеси при ее перевозках.

2. Среднюю температуру доставленной на объект смеси.

3. Температуру наиболее охлажденной части смеси.

Решение. 1. Определяем разность температур окружающей среды и перевозимой бетонной смеси $(t_{зав}-t_в)=+40-(-20)=60$ °С.

2. Определяем время транспортирования бетонной смеси $\tau=15/30=0{,}5$ ч $=30$ мин.

Расчет теплопотерь по формуле

3. Определяем средние теплопотери собственно от процесса транспортирования — $\Delta t_{тр}$ в самосвале с необогреваемым кузовом $\Delta t_{тр}=\rho\Delta t'_{тр}\tau(t_{зав}-t_в)=100\cdot0{,}12\cdot0{,}5\cdot60=3{,}6$ °С.

4. Определяем максимальные теплопотери собственно от процесса транспортирования в автосамосвале с необогреваемым кузовом $\Delta t_{тр}=\rho\Delta t_{тр}\tau(t_{зав}-t_в)=2\cdot0{,}12\cdot0{,}5\cdot60=7{,}2$ °С.

5. Определяем средние теплопотери от контакта с охлажденным в порожнем рейсе необогреваемым кузовом $\Delta t_к=\rho\rho'в(t_{зав}-t_в)=1\cdot0{,}9\cdot0{,}062\cdot60=3{,}348$ °С.

6. Определяем максимальные теплопотери от контакта с охлажденным в порожнем рейсе необогреваемым кузовом $\Delta t_к=\rho\rho'в\times(t_{зав}-t_в)=2\cdot0{,}9\cdot0{,}062\cdot60=6{,}696$.

7. Общие теплопотери бетонной смеси при перевозке в автосамосвале с необогреваемым кузовом:

а) средние $3{,}6+3{,}348=6{,}948$ °С;

б) максимальные $7{,}2+6{,}696=13{,}896$ °С.

8. Средние теплопотери собственно от процесса транспортирования в самосвале с обогреваемым кузовом $\Delta t_{тр}$ составляют $\Delta t_{тр}=\rho\Delta t'_{тр}\tau(t_{зав}-t_в)=1\cdot0{,}048\cdot0{,}5\cdot60=1{,}44$ °С.

9. Максимальные теплопотери собственно от транспортирования в самосвале с обогреваемым кузовом $\Delta t_{тр}=\rho\Delta t'_{тр}\tau(t_{зав}-t_в)=4{,}3\cdot0{,}048\cdot0{,}5\cdot60=6{,}29$ °С.

10. Теплопотерь от контакта смеси с охлажденным в порожнем рейсе кузовом не будет (в=0,00).

Расчет теплопотерь по номограмме (рис. 13)

Номограмма дает возможность рассчитать теплопотери по сокращенной формуле (10).

По номограмме определяют: 1) по сплошным линиям — обусловленные собственно транспортированием средние $\Delta t_{тр}$ (при $\rho=1$) и максимальные $\rho\Delta t_{тр}$ теплопотери; 2) по пунктирным кривым — обусловленные контактом смеси с охлажденным кузовом средние $в\rho'\Delta t_к$ (при $\rho=1$) и максимальные $в\rho\rho'\Delta t_к$. Затем теплопотери от транспортирования и контакта с охлажденным кузовом арифметически складываются.

Методика определения режимов доставки, позволяющих максимально пластифицировать перевозимые бетонные смеси

Общие положения

Известно, что процесс перемешивания доставляемой бетонной смеси является радикальным средством воздействия на ее структуру и управления ее подвижностью. При перемешивании может происходить как интенсивное загустевание, так и существенная пластификация перевозимой смеси.

Отыскание параметров доставки с максимальным пластифицирующим перемешиванием является весьма важным в практике строительства, особенно при очень часто встречающемся положении, когда применение химических добавок пластификаторов невозможно или опасно.

В процессе определения необходимых режимов доставки с перемешиванием смеси в пути необходимо установить следующие параметры:

кинетику изменения подвижности, идентичной предполагаемой к перевозке, по выдерживаемой на бойке бетонной смеси (условия выдерживания, температура, влажность и т. д. аналогичны условиям перевозки);

особенно важным является длительность вылеживания до того момента, когда исходная подвижность снижается в 2^n раза ($T_{ок \cdot 2^{-n}}$);

частоту вращения смесительного барабана $\omega_б$;

время перевозки до начала очередного n-го цикла перемешивания T_n;

длительность очередного цикла перемешивания T'_n.

Установлено, что доставка бетонных и керамзитобетонных смесей с их постоянным или близким к постоянному перемешиванию в пути приводит к загустеванию перевозимой смеси, причем чем выше скорость вращения (начиная с 2—3,5 об/мин), тем быстрее происходит загустевание.

Вместе с тем, при перевозке готовых бетонных и керамзитобетонных смесей с их периодическим перемешиванием в пути происходит их пластификация, причем чем выше скорость периодического вращения барабана автобетоносмесителя (от 2—3,5 об/мин до 18—24 об/мин) или лопастей авторастворовоза, тем больше пластификация и выше подвижность смесей.

Наилучшим сроком транспортировки без перемешивания (или с

перемешиванием при частоте вращения смесительного барабана не более 3,5 об/мин) до начала n-го цикла пластифицирующего перемешивания является время, в течение которого подвижность аналогичной по выдерживаемой без побуждения («на бойке»), смеси снижается в $(1{,}8—2{,}2)^n$ раза. $T_n = T_{ок \cdot 2-n}$. При этом наибольшая пластификация достигается в том случае, когда длительность каждого n-го цикла доставки с пластифицирующим перемешиванием T'_n равна величине $3{,}85(1{,}3—1{,}35)^n$ — для тяжелых бетонных и $5{,}2(1{,}3—1{,}35)^n$ — для керамзитобетонных смесей, а частота вращения барабана составляет 18—24 об/мин.

Условия доставки смесей с максимальной и близкой к максимальной пластификацией тяжелых бетонных и керамзитобетонных смесей представлены в табл. 1.

Таблица 1

Виды бетонных смесей	Тяжелая бетонная	Керамзитобетонная
Параметры доставки с максимальной пластификацией смеси в пути	$T_n = T_{ок \cdot 2-n}$ $T'_n = 3{,}85\,(1{,}3 \div 1{,}35)^n$ $25 \geqslant \omega_б \geqslant 8$	$T_n = T_{ок \cdot 2-n}$ $T'_n = 5{,}2\,(1{,}3 \div 1{,}35)^n$ $24 \geqslant \omega_б \geqslant 18$
Параметры доставки с близкой к максимальной пластификацией смеси в пути	$T_n = T_{ок \cdot 2-n}$ $T'_n = 5$ мин $24 \geqslant \omega_б \geqslant 16$	$T_n = T_{ок \cdot 2-n}$ $T'_n = 7$ мин $24 \geqslant \omega_б \geqslant 16$

Пример определения

Дано. С завода товарного бетона, находящегося в 180 мин езды от строительного объекта, необходимо доставлять готовую тяжелую бетонную смесь, не содержащую химических добавок. Доставка производится автобетоносмесителем СБ-159.

Определить. Параметры доставки с максимальным пластифицирующим перемешиванием.

Решение

1) В лабораторных условиях, соответствующих атмосферно-климатическим условиям доставки, путем периодического замера подвижности смеси определяется время, в течение которого исходная

подвижность смеси, составляющая 8 см, снижается в 2, 4, 8 и 16 раз T_n.

Выявлено, что T_n составляет

T_1=40 мин, T_2=85 мин, T_3=135 мин, T_4=175 мин.

2) Устанавливается возможная частота вращения барабана автобетоносмесителя, которая равна 3,5—20 об/мин.

3) Рассчитывается длительность каждого цикла перемешивания (T'_n) по формуле $T'_n=3{,}85(1{,}3—1{,}35)^n$; T'_n=5 мин, T_2=7 мин, T'_3= =9 мин, T'_4=11 мин.

4) Определяем режим доставки по табл. 2

5) После лабораторной проверки режим доставки может быть откорректирован.

Таблица 2

№ п. п.	Доставка	Длительность, мин
1	Без перемешивания или с перемешиванием при $\omega_б \leqslant 3{,}5$ об/мин (первый цикл)	40
2	С пластифицирующим перемешиванием при $\omega_б$= =20 об/мин (первый цикл)	5
3	Без перемешивания или с перемешиванием при $\omega_б$=3,5 об/мин (второй цикл)	45 (85—40)
4	С пластифицирующим перемешиванием при $\omega_б$= =20 об/мин (второй цикл)	7
5	Без перемешивания или с перемешиванием при $\omega_б \leqslant 3{,}5$ об/мин (третий цикл)	50 (135—85)
6	С пластифицирующим перемешиванием при $\omega_б$= =20 об/мин (третий цикл)	9
7	Без перемешивания или с перемешиванием при $\omega_б \geqslant 3{,}5$ об/мин (четвертый цикл)	40 (175— 135)
8	С пластифицирующим перемешиванием при $\omega_б$= =20 об/мин (четвертый цикл)	11

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Пример определения исходной подвижности тяжелой бетонной смеси, доставляемой с побуждающим перемешиванием в утепленном автобетоносмесителе и без побуждения в автобетоновозе

Дано. На строительство химического комбината, находящегося на расстоянии 60 км, требуется в течение 120 мин доставить тяжелую бетонную смесь. В связи со спецификой производства часть смеси

может, а часть не должна содержать химических добавок. Смесь укладывается в две конструкции: а) тонкостенные резервуары, б) массивные фундаменты. При укладке в резервуары подача смеси осуществляется постоянно с помощью бетононасосов, поэтому она должна иметь подвижность 3—3,5 см и доставляться автобетоносмесителями с завода № 1, имеющего необходимые цементы и заполнители.

В массивные фундаменты должна укладываться смесь подвижностью 2 см, причем время разгрузки автомобиля должно быть минимальным, вследствие чего необходимо применение автобетоновозов без устройства для побуждения смеси в пути. Эти смеси не имеют специальных требований и могут доставляться с близлежащего завода № 2. Завод № 1 находится на расстоянии 60 км (время перевозки 120 мин), завод № 2 — на расстоянии 17,5 км (время перевозки 35 мин). Допустимый расход цемента 280—320 кг/м³. Начало схватывания цементного, в смесях, теста — 2,5 ч, температура бетонной смеси +30 °С, температура воздуха —4 °С.

Необходимо определить исходную подвижность смеси и режимы ее транспортировки.

Решение. По графику изменения подвижности (рис. 14) из точки соответствующей 60 км (Т=120 мм) восстанавливается перпендикуляр до пересечения с горизонталью, соответствующей значению $ОК_{об}=1$ см. Следуя по кривой $ОК_{об}/\eta$, определяем необходимую исходную подвижность для стандартных условий. Она равна 4 см.

На основании формулы (15) по таблицам определяем необходимые коэффициенты: $\mu_{сх}$, $\mu_{д}$, $\mu_{б}$, $\mu_{в}$ (см. разд. 5), $\mu_{в}=1{,}05$, $\mu_{б}=0{,}84$, $\mu_{д}=1$, $\mu_{сх}=1$.

Исходное значение подвижности тяжелой бетонной смеси, доставляемой без побуждения и без химических добавок в автобетоновозах ($\Psi_{м}=1$, $\Psi_{х}=1$), в соответствии с формулой (15) составит

$$ОК_{зав}=\frac{4}{1{,}05}\cdot\frac{1}{1}\cdot\frac{1}{1}\cdot\frac{1}{0{,}84}\cdot\frac{1}{1}\cdot\frac{1}{1}=4{,}45\approx 5 \text{ см}.$$

Исходная подвижность той же смеси, содержащей в качестве химически пластифицирующей смесь добавки сульфитно-спиртовую барду (ССБ) в количестве 0,25 % от расхода цемента, определится по этой же формуле, но теперь коэффициент химической пластификации принят, в соответствии с табл. 16, значение, равное ($\Psi_{х}=2$) и соответственно $ОК_{зав}$ будет равно 2,5.

При определении исходной подвижности смеси, доставляемой с побуждением, необходимое значение подвижности смеси на объекте $ОК_{об}$ делится, в соответствии с формулой (15), на коэффициент $\Psi_{м}$. При оптимальном способе доставки, в соответствии с табл. 15, коэффициент для принятого пока предположительно второго цикла по-

буждающего перемешивания составляет 3,8. Таким образом, в этом случае, когда подвижность смеси, доставляемой без побуждающего перемешивания, должна составлять 3—3,5 см, ее подвижность при доставке с побуждением перемешивания должна составлять $ОК_{об}/\Psi_м\Psi_х=0{,}8—0{,}9$ см, или округленно 1 см. Далее, следуя за кривой снижения подвижности смеси при доставке в автобетоновозах, определяем исходное значение подвижности для стандартных условий, которое будет равно 4, т. е. 4 см.

Для определения исходной подвижности смеси $ОК_{зав}$, необходимой в условиях нашего примера при доставке смеси, не содержащей добавок, по таблицам 13—16 определяем необходимые коэффициенты: $\Psi_х=1$, $\mu_в=1{,}1$, $\mu_с=0{,}73$, $\mu_ц=1$, $\mu_{сх}=1$.

Исходное значение подвижности смеси, поставляемой с побуждающим перемешиванием, в соответствии с формулой (15) составит

$$ОК_{зав}=\frac{4}{1{,}1}\cdot\frac{1}{1}\cdot\frac{1}{1}\cdot\frac{1}{0{,}73}\cdot\frac{1}{1}=4{,}97=5 \text{ см}.$$

Рассмотрев кривую снижения исходной подвижности, равной 4—5 см, замечаем, что она уменьшается в 2 раза (момент начала первого цикла перемешивания) после 30—35 мин транспортирования без перемешивания, а в 4 раза (момент начала второго цикла перемешивания) — после 120 мин доставки, значит принятое нами $\Psi_м$ верно.

В соответствии с условием оптимальности доставки с побуждающим перемешиванием (табл. п. 9.1, прил. 9), она должна осуществляться следующим образом. Первый цикл доставки без перемешивания должен длиться 35 мин, а доставки с перемешиванием — 5 мин, скорость перемешивания 20—24 об/мин; второй цикл доставки без перемешивания должен длиться 75—80 мин, а доставки с перемешиванием — 7 мин со скоростью 20—24 об/мин. Исходная подвижность смеси должна равняться 5 см.

Исходная подвижность этой же смеси (доставляемой с побуждающим перемешиванием) по содержащей добавку ССБ в количестве 0,25 % веса цемента ($\Psi_х=2{,}5$) определится так же, но при этом $\Psi_м$ должно быть снижено (см. п. 5.28 настоящих Рекомендаций) примерно в 1,5 раза и составит $\Psi_м=3{,}8/1{,}5=2{,}5$. Тогда необходимая для расчета подвижность на объекте (исходя из условия доставки без добавки и без побуждения) составит $ОК_{об}/\Psi_м\Psi_х=(3\div3{,}5)/(2{,}5\cdot2{,}5)\approx\approx0{,}5$, и исходная подвижность смеси, доставляемой в нормальных условиях, примерно 2,5 см.

Исходная подвижность смеси, доставляемой в реальных условиях, составит

$$ОК_{зав}=\frac{1}{1{,}1}\cdot\frac{1}{1}\cdot\frac{1}{1}\cdot\frac{1}{0{,}73}2{,}5=3{,}12\approx3 \text{ см}.$$

Методика определения необходимой исходной подвижности готовой бетонной смеси по номограмме

Для определения исходной подвижности транспортируемой без побуждения готовой бетонной смеси разработана номограмма (рисунок).

В правой части номограммы приведены кривые потери подвижности бетонных смесей, транспортируемых в нормальных условиях, в левой — функция приведена при транспортировании в условиях, отличающихся от нормальных.

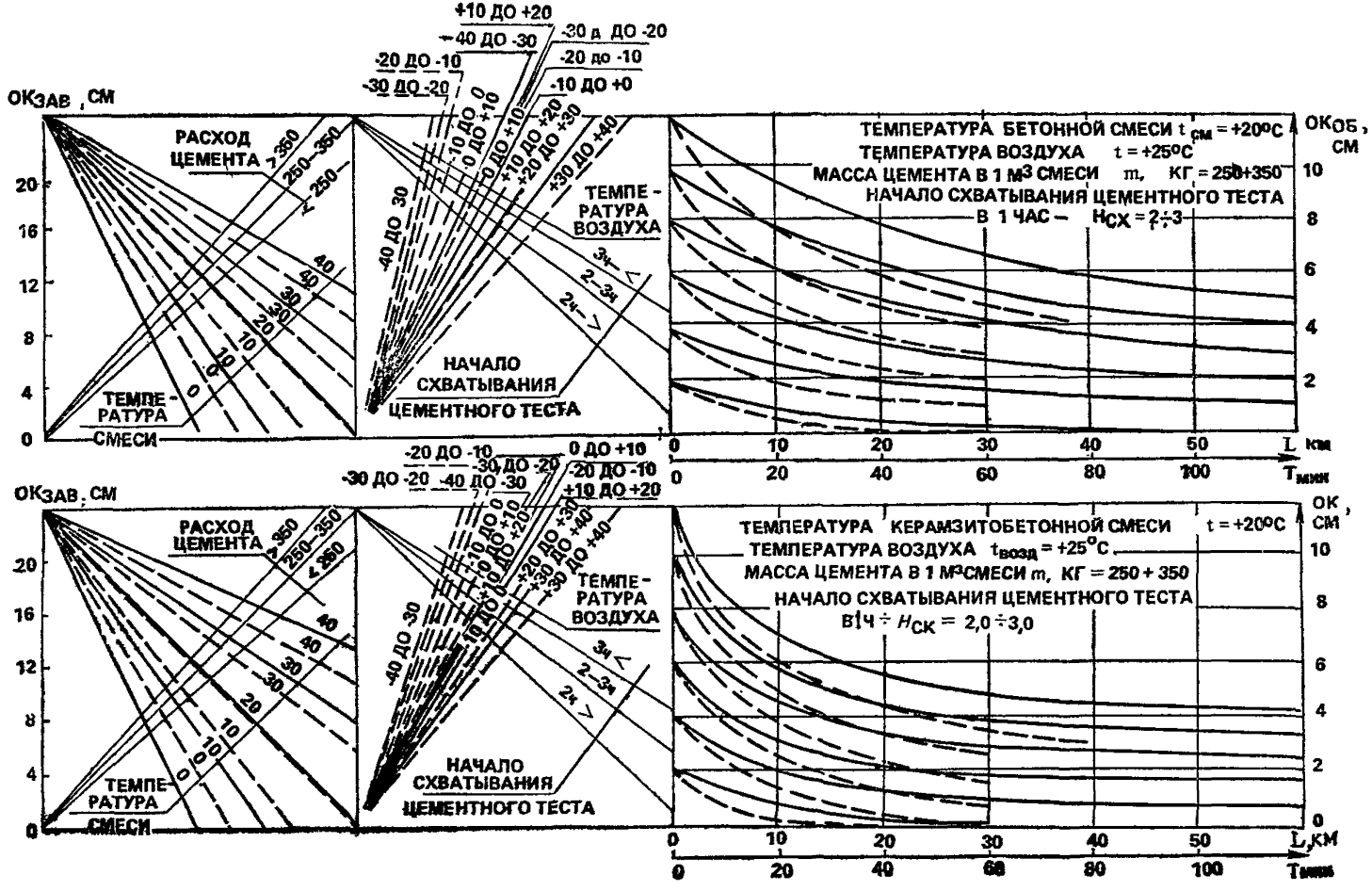
Использование номограммы осуществляется следующим образом. В зависимости от взаимоудаленности строительного объекта и бетонного завода (времени транспортирования), а также необходимой на объекте подвижности готовой бетонной смеси на осях L и $ОК_{об}$ восстанавливаются перпендикуляры. Двигаясь из точки пересечения перпендикуляров по соответствующей кривой потери подвижности для автобетоновозов или автосамосвалов до пересечения с линией О км, определяем необходимую исходную (заводскую) подвижность в нормальных условиях перевозки (приведены в углах номограммы). Далее, из полученной точки проводим горизонтальную линию до пересечения с соответствующей линией температуры воздуха. Из полученной точки восстанавливаем перпендикуляр до пересечения с линией начала схватывания цементного теста, откуда проводим горизонтальную линию до пересечения с линией температуры бетонной смеси; далее, восстанавливаем перпендикуляр по линии расхода цемента и из точки пересечения с осью $ОК_{зав}$.

Полученное значение явится необходимой отпускной подвижностью.

Пример определения необходимой отпускной подвижности тяжелой бетонной смеси

Начальные условия примера и результаты его решения представлены в таблице.

Необходимая подвижность смеси на строительном объекте $ОК_{об}$, см	Дальность транспортирования, км / Длительность транспортирования, ч	Температура, °С: бетонной смеси	Температура, °С: воздуха	Расход цемента на 1 м³ бетонной смеси, кг	Начало схватывания цементного теста, ч-мин	Необходимая исходная подвижность бетонной смеси на заводе—$ОК_{зав}$, см, при последующей перевозке в: бетоновозах	Необходимая исходная подвижность бетонной смеси на заводе—$ОК_{зав}$, см, при последующей перевозке в: самосвалах
3—4	$\frac{20}{40}$	+10	+35	270	2—45	4,5	8
3—4	$\frac{20}{40}$	+10	+5	270	2—45	3,5	4


ОК ЗАВ, СМ
РАСХОД ЦЕМЕНТА
ТЕМПЕ-РАТУРА СМЕСИ
ТЕМПЕ-РАТУРА ВОЗДУХА
НАЧАЛО СХВАТЫВАНИЯ ЦЕМЕНТНОГО ТЕСТА
ТЕМПЕРАТУРА БЕТОННОЙ СМЕСИ t см = +20°С
ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА t = +25°С
МАССА ЦЕМЕНТА В 1 м3 СМЕСИ m, КГ = 250+350
НАЧАЛО СХВАТЫВАНИЯ ЦЕМЕНТНОГО ТЕСТА
В 1 ЧАС — Нск = 2÷3
ОК ОБ, СМ
L км
Т мин
ТЕМПЕРАТУРА КЕРАМЗИТОБЕТОННОЙ СМЕСИ t = +20°С
ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА t возд = +25°С
МАССА ЦЕМЕНТА В 1 м3 СМЕСИ m, КГ = 250 + 350
НАЧАЛО СХВАТЫВАНИЯ ЦЕМЕНТНОГО ТЕСТА
В 1 Ч ÷ Нск = 2,0 ÷ 3,0
ОК, СМ
L, КМ
Т мин

Пример определения парка машин для транспортирования бетонной смеси

Подготавливается производство бетонных работ на крупном металлургическом комплексе. Бетонирование должно происходить в три этапа. На первом этапе, продолжающемся 2 мес, темп бетонирования составляет $P_1=192$ м³/смену, на втором (в течение 3 мес) $P_2=384$ м³/смену. Доставка бетонной смеси на объект осуществляется с трех заводов. При этом мощность первого завода 192 м³/смену, мощность второго 162 м³/смену, мощность третьего 200 м³/смену. Среднее расстояние груженого пробега автомобиля $l_{гр}$ составляет соответственно с первого завода до объекта 5 км, с третьего 45 км по асфальтированным дорогам.

Со второго завода имеются два пути: первый путь — 27 км по асфальтированной дороге и 1 км по проселочной, второй — 10 км по проселочной дороге.

Расстояние порожнего пробега $l_{пор}$ от объекта до первого завода составляет 10 км. В остальных случаях расстояния порожних и груженых рейсов совпадают.

Скорости пробега для порожнего и груженого рейса по различным дорогам указаны в табл. 1.

Бетон, доставленный на объект, должен иметь подвижность $ОК_{об}=2$ см. Доставка идет при температуре наружного воздуха +5 °С.

Определить:

1) маршруты и типы машин, осуществляющих перевозки с завода на строительный объект;

2) количество автомашин, доставляющих смеси с каждого из заводов;

3) необходимую при изготовлении подвижность бетонной смеси.

Решение.

1) Для транспортирования смесей с первого и третьего заводов существует лишь один маршрут. При этом перевозки с первого завода могут осуществляться автосамосвалами, так как расстояние от этого завода до объекта значительно меньше допустимого $l=5$ км$<<l_{доп}$.

Таблица 1

Скорости пробега машин

Пробег	Тип дорожного покрытия	$v_{гр}$, км/ч		
		Тип автомашины		
		автосамосвал	автобетоновоз	автобетоносмеситель
Груженый	Жесткое	30	30	25
	Мягкое	15	15	15
Порожний	Жесткое	40	40	35
	Мягкое	20	20	18
Масса перевозимой за одну поездку смеси, т	—	6	7,68	7,68

Третий завод находится на расстоянии 45 км; учитывая, что при перевозке в автобетоновозе исходная подвижность смеси при данном расстоянии должна быть не менее 4—6 см (по стандартному конусу) $l_{доп}=30$ км, отсюда $l=45$ км$>l_{доп}=30$ км.

Следовательно, перевозки с третьего завода не могут осуществляться автобетоновозами или автосамосвалами. В данном случае необходимо выбрать рациональный маршрут.

По проселочной дороге расстояние от завода до объекта 10 км, что больше $l_{доп}=7{,}5$ км для автосамосвала и меньше $l_{доп}=12$ км для автобетоновоза; следовательно, по этой дороге можно везти смесь автобетоновозом.

Приведенное расстояние при перевозке смеси автобетоновозом по проселочной дороге (маршрут первый) составит $l_{1прив}=10\cdot3{,}7=37$ км.

Во втором маршруте приведенное расстояние равно $l_{2прив}=27+13{,}7=30{,}7$; следовательно, на этом маршруте, так же, как и на первом, необходимо применять автобетоновоз.

Сравнивая $l_{1прив}$ и $l_{2прив}$, выясняем, что транспортирование смеси со второго завода на строительный объект должно осуществляться автобетоновозами по второму маршруту, несмотря на то, что он значительно длиннее первого.

2. Переходим к определению количества автомашин каждого типа для перевозки бетонной смеси. Затраты времени на каждую операцию представлены в табл. 2.

В связи с кратностью 0,8 м³ (по выходу смеси) современных бетоносмесителей, установленных на заводах товарного бетона, авто-

самосвалы МАЗ-503А и автобетоновозы АБ-32 перевозят по 3,2 м³ смеси, что составляет 7,68 т.

Коэффициент использования грузоподъемности равен $\beta = 7{,}68/8 = 0{,}96$.

Таблица 2

Пооперационные затраты времени

Параметры перевозки	Автобетоно-смеситель	Автобетоновоз	Автосамосвал
Время погрузки $t_п$	12 мин—0,2 ч	6 мин—0,1 ч	6 мин—0,1 ч
Время разгрузки $t_р$	15 мин—0,25 ч	1,5 мин—0,25 ч	3 мин—0,05 ч
Время маневрирования $t_м$	6 мин—0,1 ч	3 мин—0,05 ч	3 мин—0,05 ч
Время перемешивания $t_{пер}$	15 мин—0,25 ч	—	—
Коэффициент использования грузоподъемности β	1	0,96	0,96
Вместимость q	5	3,2	3,2

На первом этапе работ бетонная смесь будет подаваться с первого завода, мощности которого хватает для обеспечения заданного темпа бетонирования $P_1 = 192$ м³/смену.

В автохозяйстве имеются самосвалы МАЗ-503А грузоподъемностью 8 т. Поскольку на первом этапе у нас один тип автомашин, то $i = 1$. Автосамосвал не перемешивает смесь в пути, поэтому $t_{пер} = 0$; формула (19) примет следующий вид $N_i = P/(Tq_i\beta_i)(t_{п.i} + t_{р.i} + t_{м.i} + t_{тр.i}/v_{гр.i} + l_{пор.i}/v_{пор.i})$; $N_i = 192/(8 \cdot 3{,}2 \cdot 0{,}96)(0{,}1 + 0{,}05 + 5/30 + 10/40) = 4{,}65 \approx 5$.

На втором этапе необходимый темп бетонирования ($P = 384$ м³/смену) могут обеспечить только все три завода, работая совместно, причем $P = P_1 + P_2 + P_3$, где $P_1 = 192$ м³/смену; $P_2 = 162$ м³/смену; $P_3 = 30$ м³/смену.

Общее количество машин определяется из условия $\sum_{i=n}^{n} N_i = N_1 + N_2 + N_3$,

где N_1 — количество автосамосвалов; N_2 — то же, автобетоновозов; N_3 — то же, автобетоносмесителей.

Количество автобетоновозов, перевозящих смесь со второго завода $N_2 = 162/8 \cdot 3{,}2 \cdot 0{,}96\ (0{,}1 + 0{,}025 + 0{,}05 + 30{,}7/30 + 30{,}7/40) = 12{,}41 \approx 13$.

Количество автобетоносмесителей СБ-159, перевозящих смесь с

Таблица 3

Календарный план доставки бетонной смеси (форма)

Номер и адрес завода—поставщика бетонной смеси	Мощность завода, м³/смену	Расстояние перевозок, км, по дорогам с покрытием			Характеристика бетонной смеси на заводе / на объекте		Этапы бетонирования						
							I		II			III	
							Темп бетонирования, м³/смену						
							192		384			273	
		твердым	мягким	всего	прочность, кг/см²	подвижность, см	Объем бетонной смеси, доставляемой в одну смену по месяцам, м³						
							I	II	III	IV	V	VI	VII
Завод № 1	192	5	—	5	200/200	2,5/2	192	192	192	192	192	192	192
							**	**	**	**	**	**	**
							Доставка самосвалом МАЗ-503						
Завод № 2	162	27	1	28	200/200	4,5/2	—	—	162	162	162	81	81
							—	—	***	****	****	***	***
							—	—	Доставка бетоновозом АБ-32 (на базе МАЗ-503)				
Завод № 3	200	45	—	45	200/200	сухая/2	—	—	30	30	30	—	—
							—	—	*	*	*	—	—
							—	—	Доставка бетоносмесителем СБ-159			—	—

Примечание. Число автомобилей: * — 3 шт., ** — 5 шт., *** — 7 шт., **** — 13 шт.

третьего завода, равно $N_3=30/(8\cdot5\cdot1)\,(0{,}2+0{,}25+0{,}1+0{,}25+45/30+45/30)=2{,}61\approx3$.

При этом третий завод большую часть своей продукции будет поставлять другим стройкам.

На третьем этапе необходимый темп бетонирования $P_3=273$ м³/смену могут обеспечить первый и второй заводы, работая совместно, причем здесь $P=P_1+P_2$, где $P_1=192$ м³/смену, а $P_2=81$ м³/смену.

Количество автосамосвалов, доставляющих смесь с первого завода, равно 5.

Количество автобетоновозов, доставляющих смесь со второго завода, равно $N_2=81/(8\cdot3{,}2\cdot0{,}96)\,(0{,}1+0{,}025+0{,}05+30{,}7/30+30{,}7/40)=6{,}218\approx7$.

Таким образом, на первом этапе работ в течение каждой смены бетонная смесь поставляется с первого завода пятью автосамосвалами МАЗ-503А.

На втором этапе в смену поставку с первого завода осуществляют 5 автосамосвалов МАЗ-503А, со второго завода — 13 автобетоновозов, с третьего завода — 7 автобетоносмесителей.

На третьем этапе работ поставки в смену с первого завода осуществляют 5 автосамосвалов МАЗ-503А, со второго завода — 7 автобетоновозов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 13

Состав пасты для очистки стальных электродов, имеющихся в установках по электроразогреву доставляемых бетонных смесей

1. Паста приготовляется путем перемешивания двух составов (100 % массы).

2. Состав I (77,5 % общей массы)

соляная кислота (удельный вес 1,2)	— 33,4 %;
уротропин или формалин	— 1 %;
волокнистый заполнитель (распушенная бумага, солома, камыш)	— 4 %;
поваренная соль	— 5 %;
вода	— 34,1 %.

3. Состав II (22,5 % общей массы)

жидкое стекло (удельная масса 1,4—1,5)	— 7,5 %;
вода	— 15 %.

Методика расчета параметров электроустановок для разогрева доставляемых автомобилями бетонных смесей

1. Мощность, необходимая для электроразогрева смеси P, определяется теплотехническим расчетом по формуле

$$P = 1{,}2(c_{б.с}\gamma_{б.с}v_{б.с}p)/860,$$

где $c_{б.с}$ — удельная теплоемкость бетонной смеси, принимается 0,25 ккал/град; $\gamma_{б.с}$ — объемная плотность бетонной смеси с учетом разрыхления, определяемая экспериментальным путем, кг/м^3; $v_{б.с}$ — объем бетонной смеси в бункере или в кузове автосамосвала, м^3; 1,2 — коэффициент, учитывающий теплопотери смеси в процессе ее разогрева; p — скорость разогрева, град/ч, вычисляется по формуле

$$p = 60\,(t_к - t_н)/\tau',$$

$t_к$ — конечная температура разогрева смеси, град; $t_н$ — начальная температура смеси перед разогревом, град; τ — продолжительность разогрева, принимается 5—15 мин.

Продолжительность разогрева смеси принимается с учетом интенсивности загустевания смеси в процессе разогрева и наличием электрических мощностей.

2. Расстояние между электродами в бункере для разогрева смеси или при разогреве в кузове автосамосвала определяется по формуле

$$h = 31{,}6U\sqrt{v_{б.с}/P_{расч}},$$

где U — напряжение на электродах, В; $P_{расч}$ — расчетное электрическое сопротивление бетонной смеси, Ом·см.

Для получения по формуле расстояния между электродами, соответствующего размерам бункера, принятым конструктивно, или размером кузова автосамосвала, можно:

изменять продолжительность разогрева смеси;

уменьшать удельное электрическое сопротивление бетонной смеси введением в нее добавок;

последовательно включать в цепь одноименных электродов двух бункеров или двух установок для разогрева смеси в самосвалах.

Площадь электрода определяется по формуле

$$S \geqslant v_{б.с}/hn,$$

где n — количество электродов.

Площадь электрода в бункерах для разогрева смеси увеличивается по конструктивным соображениям, чтобы вся смесь в бункере с учетом угла естественного откоса находилась между электродами.

Максимальная сила тока в процессе разогрева смеси составляет

$$J = (10US)/(\sqrt{3}\lambda_{мин}h),$$

где $\lambda_{мин}$ — минимальное удельное электрическое сопротивление смеси в процессе разогрева, Ом·см.

3. Электрическая мощность при разогреве смеси равна

$$P_э = (U^2 \cdot v_{б.с})/(10\lambda_{мин}h^3).$$

Мощность трансформатора $P_{тр}$ для электроразогрева смеси вычисляется по формуле

$$P_{тр} = P_э/(\xi \cos\varphi K_{к.п}),$$

где ξ — КПД трансформатора; $K_{к.п}$ — коэффициент кратковременной перегрузки трансформатора, равный 1,3.

По величине $P_{тр}$ подбирается трансформатор для электроразогрева бетонной смеси.

При определении размеров бункера помимо объема разогреваемой смеси следует учитывать, что, как правило, разгрузка смеси из самосвала происходит в два или три бункера, установленные рядом вплотную один к другому.

ПРИЛОЖЕНИЕ 15

Паспорт

на доставленную автомобилями бетонную смесь

1. Организация — изготовитель смеси _____
(наименование, адрес, телефон)

2. Организация — получатель смеси _____
(наименование, адрес, телефон)

3. Организация, доставляющая смесь _____
(наименование, адрес, телефон)

4. Параметры процесса доставки бетонной смеси

Тип и номер автомобиля _____
(автосамосвал, автобетоновоз, автобетоносмеситель и т. п.; №)

Способ доставки _____
(без перемешивания или с перемешиванием, с приготовлением в пути, у заказчика и т. д.)

Температура воздуха _____
(°С)

Дальность и длительность перевозки _____
(км, мин)

Категория дороги и тип покрытия _____
(I, III, IV и т. д.; жесткое, грунтовое)

5. Проектные характеристики свойств доставленных на объект смесей

Наименование плотности и смеси _____
(тяжелая, керамзитовая и т. п.; т/м³)

Проектная марка бетона _____
(прочность при сжатии)

Марки по водонепроницаемости, морозостойкости, растяжении при изгибе и т. п. _____
(наиболее важные по техническим требованиям)

Состав и количество химических добавок _____

Вид и крупность заполнителя _____
(песок, щебень гранитная известь)

Проектная температура смеси после доставки _____
(°С)

Проектная удобоукладываемость после доставки _____
(см)

Дата и время отправки смеси _____

Масса смеси в автомобиле (в уплотненном состоянии) _____
($м^3$)

Паспорт выдан «_____»_____19____г.

Изготовитель _____
(начальник цеха, ф., и., о.)

Транспортировщик _____
(начальник колонны, ф., и., о.)

Потребитель _____
(прораб, мастер, ф., и., о.)

ПРИЛОЖЕНИЕ 16

Методика определения элементарных объемов отбираемых проб

В целях определения номеров элементарных объемов проб смеси, отбираемых «случайным» методом при определении однородности по прочности доставленных на объект смесей, необходимо пользоваться случайными числами. Выбор чисел производится следующим образом: произвольно выбирается столбец и на нем также произвольно любое из расположенных построчно чисел, два первых знака которого составляют номер первого из элементарных объемов, от которого отбирается смесь. Остальные три номера серии можно выбирать, следуя одному из четырех правил:

1) подряд вниз по столбцу;
2) подряд вверх по столбцу;
3) подряд вправо по строкам;
4) подряд влево по строкам.

Любое из этих правил дает нужный результат. Если первое число образует номер, больший максимального порядкового номера — 4, то оно автоматически пропускается.

Например, мы открываем страницу и берем число 0683 (двадцать четвертая строка, второй столбец), следовательно, первый номер будет 6, далее идем подряд вниз по столбцу и получаем следующие числа: 31, 17, 48, число 72 пропущено, так как в выборке всего 60 объемов. Далее по рис. 20 находим элементарные объемы с номерами 6, 31, 17, 48, из которых и отбираем смесь.

Таблица случайных чисел

1368	9621	9151	2066	1208	2664	9822	6599	6911	5112
5953	5936	2541	4011	0408	3593	3679	1378	5936	2651
7226	9466	9553	7671	8599	2119	5337	5953	6355	6889
8883	3454	6773	8207	5576	6386	7487	0190	0867	1298
7022	5281	1168	4099	8069	8721	8353	9952	8006	9045
4576	1853	7884	2451	3488	1286	4842	7719	5795	3953
8715	1416	7028	4616	3470	9938	5703	0196	3465	0034
4011	0408	2224	7626	0643	1149	8834	6429	8691	0143
1400	3694	4482	3608	1238	8221	5129	6105	5314	8385
6370	1884	0820	4854	9161	6309	7123	4070	6759	6113
4522	5749	8084	3932	7678	3549	0051	6761	6952	7040
7195	6234	6436	7148	9945	0358	3242	0519	6550	1327
0054	0810	2937	2040	2299	4198	0846	3937	3986	1019
5166	5433	0381	9686	5670	5129	2103	1125	3404	8706
1247	3793	7415	7819	1783	0506	4878	7673	9840	6629
8529	7842	7243	1844	8619	7404	4215	9969	6948	5643
8973	3440	4366	9242	2151	0244	0922	5887	4883	1177
9307	2959	5904	9012	4951	3695	4529	7197	7179	3239
1923	4276	9467	9868	2257	1925	3382	7244	1781	8037
6372	2808	1238	8098	5509	4617	4099	6705	2346	2830
6922	1807	4900	5306	0411	1828	8634	2331	7247	3230
9862	8336	6453	0545	6127	2741	5967	8447	3017	5709
3371	1530	5104	3076	5506	3101	4143	5845	2095	6127
6712	9402	9588	7019	9248	9192	4223	6555	7947	2474
3071	8782	7157	5941	8830	8563	8109	3880	2252	6912
4022	9734	7852	9096	0051	7387	7056	9331	1317	7833
9682	8892	3577	0326	5306	0050	8517	4376	0788	5443
6705	2175	9904	3743	1902	5393	3032	8432	0612	7972
1872	8272	2366	8603	4288	6809	4375	1072	6822	5611
2559	7554	2281	7351	2064	0611	9613	2000	0327	6145
4399	3751	9783	5399	5175	8894	0296	9483	0400	2272
6074	8827	2195	2532	7680	4288	6807	3101	6850	6410
5155	7186	4722	6721	0838	3632	5355	9369	2006	7681
3193	2800	6184	7891	9838	6123	9397	4019	8389	9508
8610	1880	7423	3384	4625	6653	2000	6290	9268	2396
6778	8818	2992	6300	4239	9595	4384	0611	7687	2088
3987	1619	4164	2542	4042	7799	9084	0278	8422	4330
2977	0248	2793	3351	4922	8878	5703	7421	2054	4391
1312	2919	8220	7285	5902	7882	1403	5354	9913	7109
3890	7193	7799	9190	3275	7840	1872	6232	5295	3148
0793	3468	8762	2492	5854	8430	8472	2264	9279	2128
2139	4552	3444	2524	8601	3372	1848	1472	9667	6462
8277	9153	2880	9053	6880	4284	5044	8931	0861	1517
2236	4778	6639	0862	9509	2141	0208	1450	1222	5281
8837	7686	1771	3374	2894	7314	6856	0440	3766	6047

Продолжение

6605	6380	4599	3333	0713	8401	7146	8940	2629	2006
8399	8175	3525	1646	4019	4344	8390	8975	4489	3423
8053	3046	9102	4515	2944	9763	3003	3408	1199	2791
9837	9378	3237	7016	7593	5958	0068	3114	0456	6840
2557	6395	9496	1884	0612	8102	4402	5498	0422	3335
2671	4690	1550	2262	2597	8034	0785	2976	4409	0237
9111	0250	3275	7519	9740	4577	2064	0286	3398	1348
0391	6035	9230	4999	3332	0608	6113	0391	5789	9926
2475	2144	1886	2079	3004	9686	5669	4367	9306	2595
5336	5845	2095	6446	5694	3641	1085	8705	5416	9066
6808	0423	0155	1652	7897	4335	3567	7109	9690	3739
8525	0577	8940	9451	6726	0876	3818	7607	3566	8854
0398	0741	8787	3043	5063	0617	1770	5048	7721	7032
3623	9636	3638	1406	5731	3978	8068	7238	9714	3363
0739	2644	4917	8866	3632	5399	5175	7422	2476	2607
6713	3041	8133	8749	8835	6745	3597	3476	3816	3455
7775	9315	0432	8327	0861	1515	2297	3375	3713	9173
8594	2122	6842	9202	0810	2936	1514	2090	3067	3574
7955	3759	5254	1126	5553	4713	9605	7009	1658	5490
5165	1670	2534	8811	8231	3721	7947	5719	2640	1394
4766	0070	7260	6033	7997	0109	5993	7592	5436	1727
9111	0513	2751	8256	2931	7783	1281	6530	7259	6993
1667	1084	7889	8963	7018	8617	6381	0723	4926	4551
2145	4587	8585	2412	5431	4667	1942	7238	9613	2212
2739	5528	1481	7528	9368	1823	6979	2547	7268	2467
8769	5480	9160	5354	9700	1362	2774	7980	9157	8787
6531	9435	3422	2474	1475	0159	3414	5224	8399	5820
2937	4134	7120	2206	5084	9473	3958	7320	9878	9609
1581	3285	3727	9824	6204	0797	0882	5945	9375	9153
6268	1045	7076	1436	4165	0143	0293	4190	7171	7932
4293	0593	8625	1961	1039	2856	4886	4358	1492	3804
6936	4213	3212	7229	1230	0019	5998	9206	6753	3762
5334	7641	3258	3769	1362	2771	6124	8813	7915	8960
9373	1158	4418	8826	5667	5896	0358	4717	8232	4859
6968	9428	8950	5346	1741	2348	8143	5377	7695	0685
4229	0587	4009	9691	4579	3302	7673	9629	5246	8794
3807	7785	7097	5701	6639	0739	4819	0900	2713	7650
4891	8829	1642	2155	0796	0466	2946	2970	9143	6590
1055	2968	7911	7479	8199	9735	8271	5339	7058	2964
2983	2345	0568	4125	0894	8302	0506	6761	7706	4310
4026	3129	2968	8053	2797	4022	9838	9611	0975	7437
4075	0260	4256	0337	2355	9371	2954	6021	5783	2827
8488	5450	1327	7358	2034	8060	1788	6913	6123	9405
1976	1749	5742	4098	5887	4567	6064	2777	7830	5668
2793	4701	9466	9554	8294	2140	7486	1554	4769	2781

0916	6272	6825	7188	9611	1181	2301	5516	5451	6832
5960	1146	7946	1950	2010	0600	5655	0796	0569	4365
3222	4189	1891	8172	8731	4769	2782	1325	4238	9270
1176	7834	4600	9992	9449	5824	5344	1008	6678	1921
2369	8971	2314	4806	5071	8908	8274	4936	3357	4441
0041	4329	9265	0352	4764	9070	7527	7791	1094	2008
0803	8302	6814	2422	6351	0637	0514	0246	1445	8594
9965	7804	3930	8803	0268	2426	3130	3613	3947	8086
0011	2367	3148	7559	4216	2946	2865	6333	1916	2259
1767	9871	3914	5790	5287	7915	8959	1346	5482	9251
2604	3074	0504	3828	7881	0797	1094	4098	4940	7067
6930	4180	3074	0060	0909	3187	8991	0682	2385	2307
6160	9899	9084	5704	5866	3051	0325	4733	5905	9326
4884	1857	2847	2581	4870	1782	2980	0587	8797	5545
7294	2009	9020	0006	4309	3941	5645	6238	5052	4150
3478	4974	1056	3687	3145	2988	4214	5543	9185	9375
1764	7860	4150	2881	9895	2531	7363	8756	3724	9359
3025	0890	6436	3461	1411	0303	7422	2684	6256	3485
1771	3056	6630	4982	2386	2517	4747	5505	8785	8706
0254	1892	9066	4890	8716	2258	2452	3913	6790	6331
8537	9966	8224	9151	1855	8911	4422	1913	2000	1482
1475	0261	4465	4803	8231	6469	9935	4256	0648	7768
5209	5569	8410	3041	4325	7290	3381	5209	5571	9458
5456	5944	6038	3210	7165	0723	4820	1846	0005	3865
5043	6694	4853	8425	5870	1322	1052	1452	2686	1669
1719	0148	6977	1244	6443	5955	7945	1216	9391	6485
7432	2955	3933	8110	8585	1893	9218	7153	7566	6040
4926	4761	7812	7439	6436	3145	5934	7852	9095	9497
0769	0683	3768	1048	8519	2987	0124	3064	1881	3177
0805	3139	8514	5014	3274	6395	0549	3858	0820	6406
0204	7273	4964	5475	2648	6977	1371	6971	4850	6873
0092	1733	2349	2648	6609	5676	6445	3271	8867	3469
3139	4867	3666	9783	5088	4853	4143	7923	3858	0504
7033	7430	4389	7121	9982	0651	9110	9731	6421	4731
3921	0530	3605	8455	4205	7363	3081	3931	9331	1313
4111	9244	8135	9877	9529	9160	4407	9077	5306	0054
6573	1570	6654	3616	2049	7001	5185	7108	9270	6550
8515	8029	6880	4329	9367	1087	9549	1684	4838	5686
3590	2106	3245	1989	3589	3828	8091	6054	5656	3035
7212	9909	5005	7660	2620	6406	0690	4240	4070	6549
6701	0154	8806	1716	7029	6776	9465	8818	2886	3447
3777	9532	1333	8131	2929	6987	2408	0487	9172	6177
2495	3054	1692	0089	4090	2983	2136	8947	4625	7177
2073	8878	9742	3012	0042	3996	9930	1651	4982	9645
2252	8004	7840	2105	3033	8749	9153	2872	5100	8674

Продолжение

2104	2224	4052	2273	4753	4505	7156	5417	9725	7599
2371	0005	3844	6654	3246	4853	4301	8886	5217	1153
3270	1214	9649	1872	6930	9791	0248	2687	8126	1501
6209	7237	1966	5541	4224	7080	7630	6422	1160	5675
1309	9126	2920	4359	1726	0562	9654	4182	4097	7493
2406	8013	3634	6428	8091	5925	3923	1686	6097	9670
7365	9859	9378	7084	9402	9201	1815	7064	4324	7081
2889	4738	9929	1476	0785	3832	1281	5821	3690	9185
7951	3781	4755	6986	1659	5727	8108	9816	5759	4188
4548	6778	7672	9101	3911	8127	1918	8512	4197	6402
5701	8342	2852	4278	3343	9830	1756	0546	6717	3114
2187	7266	1210	3797	1636	7917	9933	3518	6923	6349
9360	6640	1315	6284	8265	7232	0291	3467	1088	7834
7850	7656	0745	1992	4998	7349	6451	6186	8916	4292
6186	9233	6571	0925	1748	5490	5264	3820	9829	1335
6063	2353	8531	8892	4109	5782	2283	1385	0699	5927
6405	1326	4551	2815	8937	2908	0698	5509	4303	9911
0143	0187	8127	2026	8313	8341	2479	4733	6602	2236
1031	0754	7989	4948	1804	3024	0997	9562	3674	7876
2022	3227	2147	5613	2857	8859	4941	7274	9412	0620
9149	0806	9751	8870	9677	9676	1854	8094	7658	7012
5863	0513	1402	3866	8696	9142	6063	2252	7818	2477
8724	0806	9644	8284	7010	0868	9076	4915	5751	9214
6783	4207	2958	5295	3175	3396	8117	5918	1037	4319
0862	1620	4690	0036	9654	4078	1918	8721	8454	7671
9394	2466	6427	5395	9393	0520	7074	0634	5578	4023
3220	3058	7787	7706	4094	5603	3303	8300	6185	8705
1491	3503	0584	7221	6176	0116	0309	1975	0910	3535
4368	5705	8575	7905	7244	6547	8495	7973	1805	7251
2325	4026	2919	8327	0267	2616	6572	8620	8245	6257
0591	1775	5135	8709	7373	3332	0507	5525	7640	2840
3471	1461	1149	6798	6070	9930	1862	3672	7618	3849
2600	9885	6219	3668	1006	5418	5832	0416	4220	4692
9572	7874	6034	4514	2628	1693	0628	2200	9006	3795
0822	2790	9386	5783	2689	2563	1565	0349	3410	5216
4329	3028	2549	2529	9434	3083	6800	8569	9290	8298
9289	5212	2355	9367	1297	1638	9282	3720	7178	2695
3932	9960	3399	1700	8253	1375	4594	6024	1223	5383
2282	0648	7561	7528	5870	7907	0713	8608	9682	8576
9933	3416	5957	2574	5553	5534	4707	3206	0963	2459
9015	6416	6603	2967	7591	5013	2878	8424	5452	4659
1539	0719	2637	9969	8450	4489	3528	3364	1459	9708
6849	5595	7969	2582	5627	1920	9772	8560	0892	6500
2523	7769	3536	9611	1075	1694	1254	4195	5799	5928
0701	7355	0587	8878	3446	1137	7690	0647	1407	6362

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3

1. Общие положения 4
2. Технология и средства доставки тяжелых и легких бетонных смесей 5
3. Выбор средств, способов и режимов доставки бетонных смесей . 19
4. Определение исходных температур транспортируемых смесей . . 26
5. Исходные составы транспортируемых бетонных смесей . . . 31
6. Определение необходимого количества и вместимости автотранспортных средств 43
7. Особенности доставки бетонных смесей при низких отрицательных температурах 44
8. Особенности доставки бетонных смесей в сухую жаркую погоду 52
9. Отпуск, прием, контроль и гарантии качества доставляемых автомобилями бетонных смесей 56
10. Техника безопасности при доставке бетонных смесей автомобилями 60

Приложение 1. Технические характеристики основных отечественных автобетоносмесителей 63

Приложение 2. Технические характеристики отечественных автобетоновозов и бадьевозов 65

Приложение 3. Автомобили-самосвалы средней и малой грузоподъемности, которые после модернизации кузова могут быть применены для транспортирования бетонной смеси и заполнителей для нее . . . 67

Приложение 4. Полуприцепы-цементовозы 69

Приложение 5. Техническая характеристика перегружателя-смесителя принудительного действия (СБ-158) 71

Приложение 6. Таблица предпочтительности технологического применения бетонотранспортных автомашин при условии $T \leqslant T_{доп}$ . . 72

Приложение 7. Методика определения величин снижения температуры тяжелой бетонной смеси на операциях ее доставки 74

Приложение 8. Определение теплопотерь и температуры бетонной смеси в результате ее доставки 74

Приложение 9. Методика определения режимов доставки, позволяющих максимально пластифицировать перевозимые бетонные смеси . . 76

Приложение 10. Пример определения исходной подвижности тяжелой бетонной смеси, доставляемой с побуждающим перемешиванием в утепленном автобетоносмесителе и без побуждения в автобетоновозе . 78

Приложение 11. Методика определения необходимой исходной подвижности готовой бетонной смеси по номограмме 81

Приложение 12. Пример определения парка машин для транспортирования бетонной смеси 83

Приложение 13. Состав пасты для очистки стальных электродов, имеющихся в установках по электроразогреву доставляемых бетонных смесей 87

Приложение 14. Методика расчета параметров электроустановок для разогрева доставляемых автомобилями бетонных смесей 88

Приложение 15. Паспорт на доставленную автомобилями бетонную смесь 89

Приложение 16. Методиа определения элементарных объемов отбираемых проб 90

Нормативно-производственное издание

ЦНИИОМТП Госстроя СССР

Рекомендации по доставке бетонных смесей автотранспортными средствами

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав. редакцией *Л. Г. Бальян*
Редактор *В. В. Петрова*
Мл. редактор *И. В. Баранова*
Технический редактор *Т. В. Кузнецова*
Корректор *Т. Г. Бросалина*

Н/К

Сдано в набор 26.02.87. Подписано в печать 02.07.87. Т-11274. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага тип. № 2. Гарнитура «Литературная». Печать высокая. Усл. печ. л. 5,04. Усл. кр.-отт. 5,25. Уч.-изд. л. 5,66. Тираж 19 000 экз. Изд. № XII-2054. Заказ № 802. Цена 30 коп.

Стройиздат, Москва, 101442, Каляевская, 23а

Владимирская типография Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли

имир, Октябрьский проспект, д. 7

gost.e-ecolog.ru