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

РУКОВОДСТВО

ПО ЗИМНЕМУ БЕТОНИРОВАНИЮ С ЭЛЕКТРОПРОГРЕВОМ БЕТОНОВ, СОДЕРЖАЩИХ ПРОТИВОМОРОЗНЫЕ ДОБАВКИ

Москва
1977

gost.e-ecolog.ru

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

РУКОВОДСТВО

ПО ЗИМНЕМУ БЕТОНИРОВАНИЮ С ЭЛЕКТРОПРОГРЕВОМ БЕТОНОВ, СОДЕРЖАЩИХ ПРОТИВОМОРОЗНЫЕ ДОБАВКИ

Москва
Стройиздат
1977

УДК 693.547.32

Руководство по зимнему бетонированию с электропрогревом бетонов, содержащих противоморозные добавки. М. Стройиздат, 1977. 30 с. (Центр. науч.-исслед. и проектно-эксперим. ин-т организации, механизации и техн. помощи стр-ву Госстроя СССР).

Руководство разработано лабораторией зимних работ ЦНИИОМТП (канд. техн. наук В. Я. Гендин, инж. А. Д. Мягков, инж. Л. С. Гончарова).

Руководство предназначено для инженерно-технического персонала строительных и проектных организаций.

Р $\frac{30213-498}{047(01)-77}$ Инструкт.-нормат. 1 вып. — 21—77

© Стройиздат, 1977

ПРЕДИСЛОВИЕ

Назначение технологии зимнего бетонирования с электропрогревом бетонов, содержащих противоморозные добавки (иногда называемой комбинированным методом зимнего бетонирования), — обеспечить в короткие сроки с помощью электропрогрева приобретение бетонами тонкостенных конструкций и стыков в зимних условиях требуемой прочности. При этом электропрогрев бетона может начинаться через 3—8 ч после его укладки, по окончании бетонирования захватки или группы стыков, установки и подключения всех электродов и т. п., так как введение противоморозных добавок предотвращает замерзание свежеуложенного бетона и чрезмерное повышение его электрического сопротивления, которое препятствует использованию для электропрогрева пониженного напряжения.

Руководство составлено по результатам исследований, проведенных в ЦНИИОМТП в 1973—1975 гг. Оно определяет номенклатуру добавок, уточняет их дозировку в зависимости от температуры, определяет свойства бетонов, уложенных по предлагаемой технологии, и т. п.

В зависимости от типа сооружаемых конструкций и условий укладки бетона предлагаемая технология может вызвать снижение трудоемкости и стоимости либо усложнение и удорожание зимнего бетонирования. В связи с этим она предназначена для определенной области применения, когда в конструкции малой толщины укладка бетона без добавок с электропрогревом невозможна из-за опасности замерзания бетона, а предварительный отогрев промороженного основания или стыкуемых элементов вызывает большие технические трудности и удорожание.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Технология комбинированного метода зимнего бетонирования предусматривает введение в бетонную смесь противоморозных добавок, которые, не преследуя цели безобогревного твердения бетона на морозе, понижают температуру его замерзания и обеспечивают низкие величины его электрического сопротивления при остывании ниже 0°С. Это позволяет начинать электропрогрев бетона, остывшего до температуры минус 20°С.

1.2. В данном Руководстве изложены основные положения предлагаемой технологии зимнего бетонирования. Подбор составов бетонов, приготовление, транспортирование, укладку и уплотнение бетонных (растворных) смесей с противоморозными добавками, контроль при выполнении всех операций и контроль качества бетона следует производить в соответствии с требованиями действующих нормативных и инструктивных документов и с учетом положений данного Руководства.

Расчеты электропрогрева бетона и производство работ при его выполнении необходимо осуществлять в соответствии с требованиями «Руководства по электротермообработке бетона», М., Стройиздат, 1974.

1.3. При соблюдении всех технологических требований бетоны с противоморозными добавками на портландцементах и шлакопортландцементах с содержанием в клинкере C_3A не более 8%, подвергнутые остыванию при температурах ниже 0° С и последующему электропрогреву при оптимальных режимах, должны иметь следующие прочностные характеристики. Предел прочности при сжатии по окончании прогрева составляет 75—90%, а через 28 сут последующего выдерживания на морозе и 28-сут нормально-влажного хранения — 100—120% прочности эталона (эталон — бетон без добавок, приготовленный из тех же материалов и с аналогичным $В/Ц$), твердевшего 28 сут в нормальных условиях.

При необходимости получения меньшей величины

прочности бетонов по окончании прогрева (например, критической, составляющей 30—50% R_{28}) продолжительность изотермического прогрева может быть существенно снижена (до 4 ч), что позволяет экономить электроэнергию, повышать оборачиваемость опалубки и электрооборудования.

Отношения пределов прочности прогретых бетонов с добавками при осевом растяжении, прочности сцепления с арматурой и призменной прочности к пределу прочности при сжатии должны быть не ниже, чем для эталона.

Модуль упругости прогретых бетонов с добавками на 15—25% выше, чем у эталона.

Морозостойкость прогретых бетонов с добавками не ниже, чем морозостойкость эталона.

2. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ И СОСТАВАМ БЕТОНОВ

2.1. В качестве противоморозных добавок в бетоны, подвергаемые остыванию ниже 0° С и последующему электропрогреву, рекомендуются:

хлористый кальций (ГОСТ 450—70) плюс хлористый натрий (ГОСТ 13830—68; ТУ 6-12-26-69; ТУ 6-01-540-70);

хлористый кальций плюс нитрит натрия (СТУ 302-64; ВТУ АУ 152-68);

хлористый кальций плюс нитрит-нитрат кальция ННК (ТУ 603-7-04-74);

нитрит натрия.

Перечисленные добавки должны использоваться в кристаллическом состоянии. Допускается применение 30- или 50-процентного водного раствора нитрита натрия («жидкого нитрита натрия») и водного раствора ННХК, поставляемых заводами-изготовителями.

2.2. Применение в бетонах, подвергаемых электропрогреву, комплексных добавок, в состав которых входит мочевина (карбамид), например НКМ, ННКМ, ННХКМ, не допускается в связи с тем, что мочевина разлагается при температуре выше 40° С.

Применение в качестве противоморозной добавки поташа K_2CO_3 не разрешается вследствие того, что прогретые бетоны с поташом имеют значительный (более 30%) недобор прочности по сравнению с эталоном.

2.3. В качестве добавок, предотвращающих ускоренное загустевание бетонной смеси, рекомендуется использовать следующие поверхностно-активные вещества (ПАВ):

сульфитно-дрожжевую бражку (СДБ) (ОСТ 81-79-74);

сульфитно-спиртовую барду (ССБ) (ГОСТ 8518—57);

мылонафт (ГОСТ 13302—67).

2.4. Используемые цементы должны соответствовать требованиям ГОСТ 10178—62. Наиболее эффективно применение особобыстротвердеющих и высокоалитовых (содержание трехкальциевого силиката более 55%) портландцементов. Эффективно также применение алитовых портландцементов (содержание трехкальциевого силиката 50—55%) марки не ниже 400.

Допускается применение портландцементов марки 300 при отсутствии более активных.

Использовать шлакопортландцементы следует с учетом их более продолжительного твердения при температурах до 70°С по сравнению с портландцементами для достижения аналогичной прочности, а также с учетом пониженной морозостойкости бетонов на этих цементах.

Применение пуццолановых портландцементов допускается лишь в случаях, когда это требуется проектом, после экспериментальной проверки прочности бетонов на этих цементах, приобретаемой после электропрогрева.

Пластифицированные и гидрофобные цементы можно использовать после проверки прочности бетонов на этих цементах, приобретаемой после электропрогрева.

Цементы для бетонов с противоморозными добавками, подвергаемых электропрогреву, не должны содержать более 8% трехкальциевого алюмината во избежание дефектов структуры и недобора прочности.

Использование глиноземистых цементов и смешанных цементов на их основе не допускается.

2.5. Песок для бетонов с противоморозными добавками, подвергаемых электропрогреву, должен соответствовать требованиям ГОСТ 8736—67, крупный заполнитель — требованиям ГОСТ 10268—70.

В бетонах с добавкой, включающей нитрит натрия,

заполнитель не должен содержать активный кремнезем (включения опала, халцедона, обсидиана и т. п.)*.

2.6. Подбор состава бетона (раствора) производится одним из общепринятых способов.

Следует учитывать, что введение добавок может заметно влиять на изменение подвижности смеси во времени. Добавку $CaCl_2+NaCl$, существенно ускоряющую загустевание смеси, рекомендуется вводить вместе с пластифицирующей добавкой ПАВ в количестве до 0,5% массы цемента. Добавки $CaCl_2+NaNO_2$ и $CaCl_2+$ +ННК при низких положительных и отрицательных температурах незначительно ускоряют загустевание смеси, при этом количество пластифицирующей добавки ПАВ не должно превышать 0,2% массы цемента. Необходимая величина добавки ПАВ должна быть определена лабораторным путем для конкретного состава смеси и условий бетонирования. Добавка $NaNO_2$ улучшает удобоукладываемость бетонной смеси и позволяет уменьшить ее начальное водосодержание.

При подборе состава бетона (раствора) необходимо обеспечивать требуемую подвижность смеси с учетом предполагаемого времени от ее приготовления до укладки и ее температуры в момент окончания укладки.

2.7. В связи с тем что при использовании цементов с содержанием в клинкере C_3A более 8% бетоны с противоморозными добавками имеют недобор прочности, рекомендуется до начала бетонных работ изготовить в лабораторных условиях образцы из бетона конкретного состава, содержащего противоморозную добавку. Образцы после остывания должны быть подвергнуты электропрогреву с последующим определением их прочности и сравнением ее с прочностью эталона.

3. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

3.1. Зимнее бетонирование с электропрогревом бетона, содержащего противоморозные добавки, рекомендуется применять для получения в короткие сроки заданной прочности при сооружении:

---

* Наличие включений реакционно-способного кремнезема устанавливается в соответствии с положениями «Рекомендаций по определению реакционной способности заполнителей бетона со щелочами цемента». НИИЖБ. М., 1972 или «Руководства по применению бетонов с противоморозными добавками», НИИЖБ. М., Стройиздат, 1968.

бетонных и железобетонных монолитных конструкций в промышленном, жилищном и гражданском строительстве;

дорожных и аэродромных покрытий;

сборных и сборно-монолитных конструкций для заделки стыков.

Применение электропрогрева бетонов, содержащих противоморозные добавки, рекомендуется в зимних условиях при необходимости длительного транспортирования бетонной смеси; укладки ее малыми порциями; длительного выдерживания бетона до установки и подключения всех электродов на захватке; бетонировании тонкостенных конструкций; в случае укладки смеси в неотогретую полость стыка или на неотогретое основание, а также во всех случаях бетонирования при температуре воздуха ниже —30° С.

3.2. Применение бетонов с противоморозными добавками, указанными в п. 2.1, не допускается:

в предварительно-напряженных конструкциях и при заполнении каналов с предварительно-напрягаемой арматурой;

в железобетонных конструкциях с арматурой из сталей классов А-IIВ, А-IIIВ, А-IV, А-V, Ат-IV, Ат-2V, Ат-VI;

в железобетонных конструкциях, предназначенных для эксплуатации в зонах действия блуждающих токов;

в случае использования для приготовления бетона глиноземистого цемента.

Кроме того, не разрешается применение бетонов с добавками $CaCl_2+NaNO_2$, $CaCl_2+$ННК или ННХК в следующих случаях:

в железобетонных конструкциях с ненапрягаемой арматурой диаметром 5 мм и менее;

в конструкциях, а также в стыках сборно-монолитных конструкций без напрягаемой арматуры, имеющих выпуски арматуры или закладные детали без специальной защиты стали или с защитой только металлическими (цинковыми или алюминиевыми) покрытиями;

в конструкциях, эксплуатируемых в агрессивной газовой среде.

Не допускается применение добавок $CaCl_2+NaCl$ и $NaCl$ в конструкциях:

с ненапрягаемой арматурой любых диаметров;

в конструкциях, а также в стыках сборно-монолит-

ных конструкций, без напрягаемой арматуры, имеющих выпуски арматуры или закладные детали со специальной защитой стали, в том числе с комбинированными (лакокрасочными по металлическому подслою) покрытиями;

в неагрессивной газовой среде при относительной влажности воздуха более 60%.

Примечания: 1. В случае применения бетонов с добавками в воде или в агрессивной газовой среде, в том числе и для сельскохозяйственных объектов, необходимо учитывать требования главы СНиП II-28-73 «Защита строительных конструкций от коррозии. Нормы проектирования» в части плотности и толщины защитного слоя, а также защиты конструкций химически стойкими покрытиями.

2. Конструкции, периодически увлажняющиеся водой, конденсатом или технологическими жидкостями при относительной влажности воздуха менее 60%, приравниваются к эксплуатируемым при относительной влажности более 60%.

3. Агрессивность среды, в том числе и для сельскохозяйственных объектов, устанавливается по главе СНиП на защиту строительных конструкций от коррозии. Нормы проектирования.

4. Наличие блуждающих токов устанавливается в соответствии с положениями СН 65-67 «Инструкция по защите железобетонных конструкций от коррозии, вызываемой блуждающими токами».

3.3. При бетонировании конструкций, на поверхности которых не допускаются высолы, возможность использования бетонов с противоморозными добавками должна быть проверена по методике НИИЖБ.

Для этой цели из бетонной смеси с конкретным количеством добавки изготовляют три образца с размерами 10×10×10 или 15×15×15 см и подвергают их электропрогреву в лабораторных условиях до приобретения бетоном прочности 60—70% R_{28}. Затем образцы на 3—5 см погружают в ванну с водой, а их наружную поверхность обдувают воздухом с температурой 20—30° С.

Наличие высолов устанавливают визуально в течение не менее 7 сут.

3.4. Температурные области применения зимнего бетонирования с электропрогревом бетона, содержащего противоморозные добавки, приведены в табл. 1. Пользуясь данными табл. 1, выбирают количество той или иной противоморозной добавки в зависимости от пред-

Таблица 1

Температурные области применения и рекомендуемые количества противоморозных добавок

Расчетная температура остывания бетона до электропрогрева, °С		Количество безводных добавок в % от массы воды затворения			
от	до	$CaCl_2+NaCl$	$CaCl_2+NaNO_2$	$CaCl_2$+ННК (ННХК)	$NaNO_2$
0	—5	0+4	2,5+2,5	3,3+3,3	6,5
—6	—10	0+5	3,3+3,3	6,3+6,3	10
—11	—15	0+6	6,3+6,3	10+10	16
—16	—20	3+7	9+9	—	20

Примечание. В таблице указана расчетная температура остывания бетона с приведенным количеством добавок. Выдерживание бетона более 1—1,5 ч при этой температуре не допускается во избежание значительного льдообразования, недопустимого возрастания удельного электрического сопротивления уложенного бетона, а также ухудшения свойств затвердевшего бетона.

полагаемой (расчетной) температуры остывания уложенного бетона до начала электропрогрева.

3.5. При выборе добавок необходимо учитывать, что наиболее дешевыми являются хлориды кальция и натрия, наиболее дорогой и дефицитной является добавка нитрита натрия.

3.6. Количества противоморозных добавок, указанные в табл. 1, должны обеспечивать при остывании бетона до соответствующей расчетной температуры величину его удельного электрического сопротивления не более 3500 Ом·см. Эта величина позволяет рационально разместить электроды и осуществить электропрогрев бетона с использованием пониженного напряжения (до 127 В) в соответствии с требованиями техники безопасности.

Рекомендуется до начала бетонных работ определить фактическую величину удельного электрического сопротивления бетона с конкретной добавкой при его остывании до расчетной температуры (см. п. 6.5).

4. ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРОВ ДОБАВОК

4.1. Добавки следует приготовлять в виде концентрированных водных растворов наибольшей плотности, исключающей выпадение осадка. Для используемых

добавок рекомендуются следующие предельные величины плотности (при 20° С):

$CaCl_2$	1,293
NaCl	1,172
$NaNO_2$	1,198
ННК	1,255
ННХК	1,263
ССБ	1,2
СДБ	1,2
Мылонафт	1,069

4.2. Концентрированный раствор каждой добавки приготовляют и хранят отдельно. Для более интенсивного растворения добавку следует измельчать, воду подогревать, раствор перемешивать с помощью лопастных мешалок, пропусканием сжатого воздуха или пара. При длительном хранении концентрированных растворов их рекомендуется перемешивать. Использование растворов с нерастворившимся осадком не допускается.

4.3. Добавки, получаемые от заводов-поставщиков в жидком виде (растворы $NaNO_2$, ННК или ННХК), следует использовать в качестве концентрированных растворов.

4.4. Добавки следует вводить в бетонную смесь в процессе ее приготовления в виде водных растворов рабочих концентраций (рабочих растворов) с требуемой концентрацией добавок. Для получения рабочих растворов концентрированные растворы разбавляют водой, а в случае применения комплексных добавок — смешивают (например, растворы хлористого кальция и нитрита натрия) в нужном соотношении и затем разбавляют.

4.5. Концентрацию добавок в растворах определяют по их плотности (см. прил. 1—6), которую измеряют с помощью ареометров. Температуру растворов определяют с помощью технических термометров.

Поскольку в таблицах прил. 1—6 плотность растворов при данной концентрации приведена для температуры 20°С, в случае других значений температуры раствора необходимо учитывать температурную поправку (см. прил. 7).

4.6. При хранении растворов солей их температура должна быть не менее чем на 2—3° С выше температуры замерзания (см. таблицы прил. 1—6). Растворы ССБ, СДБ и мылонафта следует хранить при температуре выше 0°С.

4.7. Объем емкостей для рабочих растворов должен

обеспечивать работу смесительного узла в течение не менее 4 ч из расчета 160 л раствора на 1 м³ бетонных смесей.

4.8. Внутренние поверхности металлических емкостей для хранения и дозирования растворов хлористого кальция и хлористого натрия рекомендуется защищать от коррозии слоем битума или иным кислотостойким покрытием. Емкости для хранения и дозирования смешанных рабочих растворов хлористого кальция и нитрита натрия или ННК в противокоррозионной защите не нуждаются.

5. ОСОБЕННОСТИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И УКЛАДКИ БЕТОННОЙ СМЕСИ, ЭЛЕКТРОПРОГРЕВА БЕТОНА

5.1. Приготовление бетонной (растворной) смеси можно производить как на отапливаемом, так и на холодном смесительном узле. В последнем случае температура воздуха в помещениях должна быть не ниже минус 3 — минус 4° С и должны быть приняты меры, предотвращающие замерзание воды в трубопроводах (обогрев труб и кранов).

5.2. Дозировку рабочих растворов при загрузке в смеситель следует производить с помощью весовых или объемных дозаторов. Допускается использование для этой цели мерной посуды.

5.3. Для приготовления смеси можно использовать неотогретые заполнители, если тепловой баланс компонентов с учетом подогрева воды позволяет получить заданную температуру смеси на выходе из смесителя. При этом не допускается наличие в песке смерзшихся комков размером более 10 мм. При невозможности получения заданной температуры смеси на неотогретых заполнителях следует в первую очередь обеспечить оттаивание песка, а при необходимости — и крупного заполнителя.

Температура бетонной (растворной) смеси на выходе из смесителя в зависимости от применяемых добавок не должна превышать:

$CaCl_2 + NaCl$, $CaCl_2 + NaNO_2$, $CaCl_2$ + ННК, ННХК . . . + 15 °С

$NaNO_2$ . . . . . + 35 °С

5.4. При использовании неоттаянных заполнителей рекомендуется сначала загружать в смеситель заполни-

тели, затем рабочий раствор добавок, после их перемешивания в течение 1,5—2 мин загружать цемент и снова перемешивать компоненты не менее 3 мин.

При использовании оттаянных заполнителей загрузку и перемешивание компонентов производят в обычном порядке.

5.5. Бетонную (растворную) смесь с противоморозными добавками рекомендуется транспортировать с соблюдением мероприятий, замедляющих ее остывание.

5.6. Все конструкции, подвергаемые электропрогреву, следует бетонировать в опалубке из досок толщиной не менее 40 мм. Опалубка из досок меньшей толщины или металлическая опалубка должна быть утеплена.

5.7. Пластинчатые электроды изготовляют из кровельной стали и нашивают на рабочие поверхности деревянной опалубки. В качестве пластинчатых электродов могут быть использованы металлические щиты деревометаллической опалубки. При этом между металлическими щитами, подключенными к разным фазам, должны находиться деревянные щиты.

Полосовые электроды следует изготовлять из кровельной или листовой стали и нашивать на опалубку либо на накладные деревянные щиты. Ширину полосы рекомендуется принимать от 30 до 50 мм. Для более удобного подключения проводов концы электродов с отверстиями должны выступать за кромки опалубки или накладных щитов на 60—80 мм.

Стержневые электроды следует изготовлять из стали диаметром 6—10 мм в зависимости от глубины забивки в бетон. Концы стержневых электродов должны выступать за пределы опалубки или теплоизоляционного укрытия на 80—100 мм для удобства их подключения.

Струнные электроды необходимо изготовлять из стали диаметром 6—12 мм и устанавливать в опалубке до начала бетонирования, закрепляя их концы в отверстиях опалубочных щитов или подвешивая на крючках к специальным брускам, укладываемым поверх опалубки.

5.8. До укладки бетонной (растворной) смеси в конструкцию основание, опалубка и арматура должны быть очищены от льда и снега. Укладка бетонной смеси на промороженное основание допускается в случаях,

предусмотренных действующими нормативными документами для бетонирования с электропрогревом бетона при условии, что температура основания не ниже, чем расчетная температура остывания бетона.

5.9. Расстояние между электродами необходимо определять исходя из величины начального электрического сопротивления 3500 Ом·см или фактической его величины (см. п. 3.6). При определении расстояния между электродами по таблицам или графикам (см., например, «Руководство по электротермообработке бетона») начальную величину напряжения на электродах следует принимать в пределах 103—121 В, а если фактическая величина удельного электрического сопротивления меньше 3500 Ом·см — в пределах 85—103 В. По мере подъема температуры бетона его электрическое сопротивление снижается и напряжение на электродах нужно соответственно уменьшать.

5.10. Расстояние между осями электродов, подключенных к разным фазам сети пониженного напряжения, должно находиться при сквозном прогреве в пределах 190—210 мм, между нашитыми на опалубку или на накладные щиты полосовыми или прутковыми электродами при периферийном прогреве 160—180 мм.

Расстояние между осями соседних электродов, подключенных к одной фазе, при прогреве с помощью плоских групп стержневых электродов или с помощью полосовых электродов должно составлять 0,4—0,6 расстояния между разноименными электродами.

Расстояние между разноименными электродами может быть увеличено до 250—300 мм в следующих случаях:

а) при применении в качестве добавки $CaCl_2+NaCl$;

б) при назначении концентрации других добавок на одну ступень ниже (т. е. с большим содержанием добавки), чем требуется по табл. 1 для расчетной температуры остывания бетона, за исключением случаев, когда расчетная температура остывания ниже минус 15°С.

5.11. По *окончании бетонирования* неопалубленная поверхность бетона должна быть укрыта влагонепроницаемым материалом (толь, рубероид, полимерная пленка), поверх которого следует уложить утеплитель (минераловатный толщиной 40—50 мм, опилки толщиной 150 мм и т. п.).

5.12. Электропрогрев должен быть начат не позже момента достижения бетоном расчетной температуры на наиболее быстро остывающем участке.

5.13. После подачи напряжения на электроды необходимо повторно проверить контакты, отпайки, соединения проводов. В случае перегрева бетона возле какого-либо электрода его следует отключить и установить рядом с ним новый. При искрении контактов и чрезмерном нагреве проводов неисправности должны быть устранены.

5.14. Подключение полосовых электродов на инвентарных накладных деревянных щитах, которые укладывают по ходу бетонирования, а также стержневых электродов, устанавливаемых в процессе бетонирования, разрешается производить под напряжением не более 60 В.

5.15. Скорость подъема температуры бетона, температуру изотермического прогрева и его продолжительность следует принимать как для бетона без добавок в соответствии с данными «Руководства по электротермообработке бетонов». Необходимо учитывать, что в процессе прогрева бетоны с противоморозными добавками твердеют несколько интенсивнее, чем без добавок. Ориентировочная продолжительность изотермического прогрева бетонов на цементах, указанных в п. 1.3, для получения по окончании тепловой обработки прочности 75—90% R_{28} составляет 8—10 ч.

5.16. Для регулирования напряжения на электродах в соответствии с положениями п. 5.9 необходимо применять понижающие трансформаторы Возможно использование широко распространенных специальных понижающих трансформаторов для электропрогрева бетона типа ТМОА-50 или ТМОБ-63 (табл. 2). Изменение напряжения достигается за счет использования шести ступеней напряжения на низкой стороне трансформаторов. Однако в ряде случаев диапазон изменения удельного электрического сопротивления бетонов с противоморозными добавками от его начального значения до минимального может быть значительно большим, чем для бетонов без добавок, и даже при использовании самой низкой ступени вторичного напряжения трансформаторов ТМОА-50 и ТМОБ-63 электрическая мощность окажется слишком высокой. В этих случаях для выдерживания заданного температурного режима

Таблица 2

Технические характеристики понижающих трансформаторов для электропрогрева бетонов с противоморозными добавками

Вид трансформатора	Мощность, кВА	Напряжение, В		Сила тока, А		Масса, кг	Размеры, мм	Примечание
		первичное	вторичное	первичная	вторичная			
ТМОА-50	50	380	49; 60; 70 85; 103; 121	75; 65; 53	239; 418	473	980×932× ×1232	Трехфазный, охлаждение масленое
ТМОБ-63	63	380	49; 60; 70 85; 103; 121	96; 82; 69	301; 520	900	1150× ×1200×890	То же
АОСУ-25/0,5	16	220 или 380	0—230	—	—	—	—	Однофазный, охлаждение воздушное
АОМК-100/0,5 и АТМК-100/0,5	75	220 или 380	0—230	—	—	—	—	Охлаждение воздушное, АОМК-однофазный, АТМК-трехфазный
АОМК-250/0,5 и АТМК-250/0,5	180	220 или 380	0—230	—	—	—	—	То же

Примечание. Трансформатор ТМОБ-63 может поставляться в виде комплектной подстанции КТП-63-ОБ со шкафом управления на общей раме-салазках. В таблице указаны габаритные размеры для КТП-63-ОБ.

необходимо в течение нескольких часов осуществлять периодическое включение и отключение напряжения на электродах.

Использование понижающих трансформаторов с бесступенчатым регулированием вторичного напряжения в достаточно широких пределах (от 0 до 230 В) (табл. 2) обеспечивает меньшую трудоемкость и более точное выдерживание заданного режима прогрева бетона.

При электропрогреве бетонов с противоморозными добавками такие трансформаторы предпочтительны.

5.17. В процессе подъема температуры бетона быстро возрастают токовые нагрузки, в связи с чем необходимо следить за показаниями приборов, состоянием контактов и отпаек.

5.18. Удаление теплоизоляции и распалубку прогретого бетона разрешается производить при разнице температур бетона и воздуха не более 20° С для конструкций с $M_п$ до 5 и не более 30° С для конструкций с $M_п = 5$ и выше. Для ускорения оборачиваемости опалубки допускается удалять ее при разнице температур больше указанной при условии укрытия конструкции по ходу распалубки минераловатными матами или брезентом.

6. ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ

6.1. При работе на неоттаянных заполнителях необходимо контролировать поступающий в смеситель песок, чтобы исключить попадание комков размером более 10 мм.

6.2. Вид применяемого цемента следует контролировать по заводскому паспорту на каждую партию цемента. Содержание в цементе трехкальциевого алюмината устанавливается по справке завода-изготовителя, которую он обязан выслать по письменному запросу строительной лаборатории.

6.3. Особое внимание должно быть обращено на контроль за правильным приготовлением растворов добавок.

Не реже двух раз в смену необходимо проверять концентрацию растворов, определяя их плотность с помощью ареометров и измеряя температуру.

Также не менее двух раз в смену следует проверять

выпадение осадка в емкостях для растворов и отсутствие льда в случае, если емкость находится в неотапливаемом помещении.

6.4. Контроль дозирования рабочих растворов добавок следует осуществлять не реже двух раз в смену путем проверки настройки дозаторов или визуальной проверки правильности дозирования с помощью мерной посуды.

6.5. Проверку фактической величины удельного электрического сопротивления при остывании бетона с добавкой до расчетной температуры (см. п. 3.6) производит строительная лаборатория, используя методику определения удельного электрического сопротивления бетона, изложенную в «Руководстве по электротермообработке бетона». При этом образец из бетона с добавкой должен остывать в специальной форме на морозе с измерением температуры бетона техническим термометром. Напряжение на электроды формы следует подавать только в моменты измерения электрического сопротивления бетона.

6.6. В процессе укладки бетонной смеси и до начала электропрогрева бетона следует контролировать температуру смеси и бетона на наиболее быстро остывающих участках не реже одного раза в час. В случае приближения температуры к минимально допустимой для данной концентрации добавок бетонщики и электрики должны быть предупреждены о необходимости ускорить укладку смеси, установку и подключение электродов.

6.7. Контроль при электропрогреве и проверка качества прогретого бетона должны производиться так же, как и при электропрогреве бетона без добавок.

7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. При производстве работ по зимнему бетонированию с электропрогревом бетона, содержащего противоморозные добавки, необходимо руководствоваться положениями главы СНиП III-А.11-70 по технике безопасности в строительстве.

7.2. Работы по электропрогреву бетона с противоморозными добавками следует выполнять с учетом требований по технике безопасности, изложенных в «Руководстве по электротермообработке бетона».

7.3. Добавки в кристаллическом состоянии необходимо хранить в заводской или специальной таре в сухом помещении.

7.4. Сгораемые материалы, пропитанные нитритом натрия, легко воспламеняются, с трудом поддаются тушению. Для тушения не допускается применять воду, а следует пользоваться огнетушителями или песком.

7.5. Необходимо остерегаться попадания на кожу и в пищу растворов солей, особенно нитритов и нитратов. Все рабочие, занятые приготовлением растворов солей и укладкой бетонной смеси, должны быть снабжены резиновыми сапогами, рукавицами и защитными очками.

7.6. В связи с повышенной электропроводностью бетонных смесей с противоморозными добавками особое внимание должно быть обращено на исправность электроинструмента и электропроводки.

7.7. Рабочие, занятые зимним бетонированием с электропрогревом бетона, содержащего противоморозные добавки, должны пройти специальный инструктаж по технике безопасности.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРИСТОГО КАЛЬЦИЯ В РАСТВОРАХ, ИХ ПЛОТНОСТЬ И ТЕМПЕРАТУРА ЗАМЕРЗАНИЯ

Плотность раствора при 20°С	Температурный коэффициент A	Содержание безводного $CaCl_2$, кг			Температура замерзания, °С
		в 1 л раствора	в 1 кг раствора	на 1 л воды	
1,015	0,00023	0,020	0,02	0,020	— 1,0
1,032	0,00025	0,041	0,04	0,042	— 2,0
1,049	0,00027	0,063	0,06	0,064	— 3,1
1,066	0,00029	0,085	0,08	0,087	— 4,2
1,084	0,00031	0,108	0,10	0,111	— 5,7
1,102	0,00033	0,132	0,12	0,136	— 7,5
1,120	0,00035	0,157	0,14	0,163	— 9,5
1,139	0,00038	0,182	0,16	0,190	—11,7
1,148	0,00039	0,195	0,17	0,205	—13,0
1,158	0,00040	0,209	0,18	0,220	—14,4
1,168	0,00041	0,222	0,19	0,235	—15,9
1,178	0,00042	0,236	0,20	0,250	—17,6
1,180	0,00043	0,250	0,21	0,266	—19,4
1,198	0,00044	0,264	0,22	0,282	—21,4
1,208	0,00045	0,278	0,23	0,299	—23,7
1,218	0,00046	0,293	0,24	0,316	—26,2
1,228	0,00047	0,307	0,25	0,333	—29,0
1,239	0,00048	0,322	0,26	0,351	—32,1
1,249	0,00049	0,337	0,27	0,369	—36,1
1,260	0,00050	0,353	0,28	0,391	—40,7
1,271	0,00051	0,369	0,29	0,408	—45,2
1,282	0,00052	0,385	0,30	0,429	—50,2
1,293	0,00053	0,401	0,31	0,449	—55,0
1,304	0,00054	0,417	0,32	0,470	(—38)
1,326	0,00056	0,451	0,34	0,515	(—20)
1,350	0,00057	0,486	0,36	0,563	(—7,2)
1,374	0,00059	0,522	0,38	0,613	(+3,2)
1,396	0,00060	0,558	0,40	0,667	(+11,8)

Примечание. В скобках указана температура выкристаллизовывания избытка соли до замерзания раствора при эвтектической температуре, равной —55°С для водных растворов хлористого кальция.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРИСТОГО НАТРИЯ В РАСТВОРАХ, ИХ ПЛОТНОСТЬ И ТЕМПЕРАТУРА ЗАМЕРЗАНИЯ

Плотность раствора при 20°С	Температурный коэффициент A	Содержание безводного NaCl, кг			Температура замерзания °С
		в 1 л раствора	в 1 кг раствора	на 1 л воды	
1,005	0,00022	0,010	0,01	0,010	—0,6
1,013	0,00024	0,020	0,02	0,020	—1,2
1,020	0,00026	0,031	0,03	0,031	—1,8
1,027	0,00028	0,041	0,04	0,042	—2,5
1,034	0,00030	0,052	0,05	0,053	—3,1
1,041	0,00031	0,062	0,06	0,064	—3,7
1,049	0,00033	0,073	0,07	0,075	—4,4
1,056	0,00034	0,084	0,08	0,087	—5,2
1,064	0,00036	0,096	0,09	0,099	—5,9
1,071	0,00037	0,107	0,10	0,111	—6,7
1,079	0,00038	0,119	0,11	0,123	—7,5
1,086	0,00039	0,130	0,12	0,136	—8,4
1,094	0,00041	0,142	0,13	0,150	—9,2
1,101	0,00042	0,154	0,14	0,163	—10,1
1,109	0,00043	0,166	0,15	0,176	—11,0
1,116	0,00044	0,179	0,16	0,190	—12,0
1,124	0,00046	0,191	0,17	0,205	—13,1
1,132	0,00047	0,204	0,18	0,220	—14,2
1,140	0,00048	0,217	0,19	0,235	—15,3
1,148	0,00049	0,230	0,20	0,250	—16,5
1,156	0,00050	0,243	0,21	0,266	—17,9
1,164	0,00051	0,256	0,22	0,282	—19,4
1,172	0,00052	0,270	0,23	0,299	—21,1
1,180	0,00053	0,283	0,24	0,316	(—15,5)
1,189	0,00054	0,297	0,25	0,333	(—8,8)
1,197	0,00055	0,311	0,26	0,351	(—2,4)

Примечания: 1. Содержание NaCl или другой соли в 1 кг раствора, умноженное на 100, есть процентная концентрация раствора (% массы раствора).

2. В скобках указана температура выкристаллизовывания избытка соли до замерзания раствора при эвтектической температуре, равной —21,1°С для водных растворов хлористого натрия.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

СОДЕРЖАНИЕ НИТРИТА НАТРИЯ В РАСТВОРАХ, ИХ ПЛОТНОСТЬ И ТЕМПЕРАТУРА ЗАМЕРЗАНИЯ

Плотность раствора при 20°С	Температурный коэффициент A	Содержание безводного $NaNO_2$, кг			Температура замерзания, °С
		в 1 л раствора	в 1 кг раствора	на 1 л воды	
1,011	0,00023	0,020	0,02	0,020	—0,8
1,024	0,00027	0,041	0,04	0,042	—1,8
1,038	0,00030	0,062	0,06	0,064	—2,8

Плотность раствора при 20°С	Температурный коэффициент A	Содержание безводного $NaNO_2$, кг			Температура замерзания, °С
		в 1 л раствора	в 1 кг раствора	на 1 л воды	
1,052	0,00033	0,084	0,08	0,087	—3,9
1,065	0,00036	0,106	0,10	0,111	—4,7
1,078	0,00039	0,129	0,12	0,136	—5,8
1,092	0,00042	0,153	0,14	0,163	—6,9
1,099	0,00043	0,164	0,15	0,176	—7,5
1,107	0,00044	0,177	0,16	0,190	—8,1
1,114	0,00045	0,189	0,17	0,205	—8,7
1,122	0,00047	0,202	0,18	0,220	—9,2
1,129	0,00049	0,214	0,19	0,235	—10,0
1,137	0,00051	0,227	0,20	0,250	—10,8
1,145	0,00053	0,240	0,21	0,266	—11,7
1,153	0,00055	0,254	0,22	0,282	—12,5
1,161	0,00056	0,267	0,23	0,299	—13,9
1,168	0,00058	0,280	0,24	0,316	—14,4
1,176	0,00060	0,293	0,25	0,333	—15,7
1,183	0,00061	0,308	0,26	0,351	—17,0
1,191	0,00062	0,322	0,27	0,369	—18,3
1,198	0,00065	0,336	0,28	0,391	—19,6
1,206	—	0,350	0,29	0,408	(—17,8)
1,214	—	0,364	0,30	0,429	(—16,5)
1,230	—	0,394	0,32	0,470	(—14)
1,247	—	0,424	0,34	0,515	(—11,7)
1,264	—	0,455	0,36	0,563	(—9,5)
1,282	—	0,488	0,38	0,613	(—7,5)
1,299	—	0,520	0,40	0,667	(—6)

Примечание. В скобках указана температура выкристаллизовывания избытка соли до замерзания раствора при эвтектической температуре, равной — 19,6°С для водных растворов нитрита натрия.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

СОДЕРЖАНИЕ НИТРИТ-НИТРАТА КАЛЬЦИЯ (ННК) В РАСТВОРАХ, ИХ ПЛОТНОСТЬ

Плотность раствора при 20°С	Содержание безводного ННК, кг		
	в 1 кг раствора	в 1 л раствора	на 1 л воды
1,103	0,120	0,132	0,136
1,119	0,140	0,157	0,162
1,128	0,160	0,180	0,190
1,145	0,170	0,195	0,204
1,149	0,180	0,207	0,219
1,162	0,190	0,221	0,234
1,171	0,200	0,234	0,250
1,179	0,210	0,248	0,266
1,188	0,220	0,261	0,282
1,192	0,230	0,274	0,299
1,205	0,240	0,289	0,303
1,208	0,250	0,301	0,333
1,222	0,260	0,318	0,351
1,230	0,270	0,342	0,370
1,238	0,280	0,346	0,389
1,248	0,290	0,362	0,408
1,255	0,300	0,377	0,428

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

СОДЕРЖАНИЕ НИТРИТ-НИТРАТ-ХЛОРИДА КАЛЬЦИЯ (ННХК) В РАСТВОРАХ, ИХ ПЛОТНОСТЬ

Плотность раствора при 20°С	Содержание безводного ННХК, кг		
	в 1 кг раствора	в 1 л раствора	на 1 л воды
1,105	0,120	0,133	0,136
1,113	0,130	0,145	0,148
1,122	0,140	0,157	0,163
1,131	0,150	0,170	0,176
1,140	0,160	0,182	0,190
1,148	0,170	0,195	0,205
1,157	0,180	0,208	0,220
1,166	0,190	0,222	0,235
1,175	0,200	0,235	0,250
1,183	0,210	0,249	0,266
1,192	0,220	0,262	0,282
1,200	0,230	0,276	0,299
1,210	0,240	0,290	0,316
1,218	0,250	0,305	0,334
1,227	0,260	0,319	0,352
1,236	0,270	0,334	0,370
1,245	0,280	0,349	0,389
1,254	0,290	0,364	0,408
1,263	0,300	0,379	0,428

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

СОДЕРЖАНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Плотность раствора при 20°С	Содержание безводного СДБ, кг		Плотность раствора при 20°С	Содержание безводного ССБ, кг		Плотность раствора при 20°С	Содержание безводного мылонафта, кг	
	в 1 л раствора	в 1 кг раствора		в 1 л раствора	в 1 кг раствора		в 1 л раствора	в 1 кг раствора
1,10	0,238	0,216	1,10	0,220	0,20	1,013	0,203	0,20
1,11	0,261	0,235	1,11	0,242	0,22	1,019	0,224	0,22
1,12	0,285	0,254	1,12	0,264	0,24	1,024	0,246	0,24
1,13	0,309	0,273	1,13	0,286	0,26	1,030	0,267	0,26
1,14	0,333	0,292	1,14	0,308	0,28	1,038	0,290	0,28
1,15	0,356	0,310	1,15	0,330	0,30	1,041	0,314	0,30
1,16	0,380	0,328	1,16	0,360	0,32	1,047	0,340	0,32
1,17	0,404	0,345	1,17	0,390	0,34	1,063	0,367	0,34
1,18	0,428	0,362	1,18	0,420	0,36	1,069	0,395	0,36
1,19	0,451	0,379	1,19	0,450	0,38	—	—	—
1,20	0,475	0,396	1,20	0,480	0,40	—	—	—

ПОПРАВКА НА ТЕМПЕРАТУРУ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СОДЕРЖАНИЯ ДОБАВОК В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Содержание добавки в 1 кг водного раствора не зависит от температуры.

Удельная масса раствора данной концентрации и количество добавки в 1 л раствора изменяются в зависимости от его температуры. В прил. 1—5 приведены показатели растворов при 20°С.

Удельная масса раствора при иной температуре вычисляется по формуле

$$\delta_t = \delta_{20} - A\ (t - 20),$$

где δ_t — удельная масса раствора при требуемой температуре;
δ_{20} — удельная масса раствора при 20°С;
A — температурный коэффициент удельной массы в зависимости от ее величины (см. прил. 1—3);
t — температура, °С.

Количество добавки в 1 л раствора определяется по формуле

$$m_t = \frac{m_{20}\ \delta_t}{\delta_{20}},$$

где m_t — количество добавки в 1 л раствора при требуемой температуре, кг;
m_{20} — количество добавки в 1 л раствора при 20°С, кг.

Пример расчета:

Определить количество нитрита натрия в 1 л раствора с объемной массой 1,122 при температуре —10°С.

По таблице в прил. 3 находим, что температурный коэффициент объемной массы раствора нитрита натрия при ее величине 1,122 равен 0,00047. По приведенной выше формуле получим, что при 20°С удельная масса раствора составит:

$$\delta_{20} = \delta_t + A\ (t - 20) = 1{,}122 + 0{,}00047\ (-10 - 20) =$$
$$= 1{,}122 - 0{,}0141 = 0{,}1079.$$

В 1 л раствора с такой удельной массой при 20°С содержится 0,192 кг нитрита натрия. Тогда в 1 л раствора с удельной массой 1,122 при —10°С будет содержаться нитрит натрия в количестве:

$$m_t = \frac{m_{20}\ \delta_t}{\delta_{20}} = \frac{0{,}192 \cdot 1{,}122}{1{,}1079} = 0{,}195 \text{ кг}.$$

ПРИМЕР РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ДОБАВОК

Определить показатели водных растворов добавки $CaCl_2+NaNO_2$ при расчетной температуре остывания бетона —12°С. Температура, при которой приготовляют растворы добавок на бетонном узле, +10°С.

По табл. 1 находим, что при указанной расчетной температуре остывания бетона количество каждой добавки должно составлять 6% от массы воды затворения.

Устанавливаем, что содержание воды в бетоне соответствующего состава без добавок составляет 180 л на 1 м³. Лабораторная проверка показывает, что введение добавки не изменяет консистенции смеси в период укладки и, таким образом, корректировка начального водосодержания не требуется. Количество $CaCl_2$ и $NaNO_2$ должно составлять по 6% от массы воды, т. е. по 10,8 кг на 1 м³ бетона.

Учитывая влажность заполнителей, составляющую 30 л на 1 м³ бетона, объем рабочего раствора добавки должен быть равен 180—30=150 л.

При +20°С на 1 л воды в концентрированном растворе хлористого кальция с удельной массой 1,293 приходится 0,449 кг добавки (прил. 1) на 1 л воды в концентрированном растворе нитрита натрия с удельной массой 1,198—0,391 кг добавки (прил. 3). При температуре +10°С удельные массы растворов (см. прил. 7) составляют соответственно:

для хлористого кальция $\delta_t = 1{,}293 - 0{,}00053\ (10-20) = 1{,}2877$;

для нитрита натрия $\delta_t = 1{,}198 - 0{,}00065\ (10-20) = 1{,}1915$,

а содержание добавок на 1 л воды в растворе

для хлористого кальция

$$m_t = \frac{0{,}449 \cdot 1{,}293}{1{,}2877} = 0{,}45 \text{ кг},$$

для нитрита натрия

$$m_t = \frac{0{,}391 \cdot 1{,}198}{1{,}1915} = 0{,}392 \text{ кг}.$$

На 1 м³ бетона для получения концентрированных растворов потребуется следующее количество воды:

для хлористого кальция

$$\frac{10{,}8}{0{,}45} = 24 \text{ л};$$

для нитрита натрия

$$\frac{10{,}8}{0{,}392} = 27{,}6 \text{ л}.$$

Вес концентрированных растворов на 1 м³ бетона (для весовой дозировки):

для хлористого кальция 10,8+24=34,8 кг;

для нитрита натрия 10,8+27,6=38,4 кг;
а объем (для объемной дозировки):

$$\frac{34,8}{1,2877} = 26,9 \text{ л} \quad \text{и} \quad \frac{38,4}{1,1915} = 32,2 \text{ л}.$$

При приготовлении рабочего раствора на 1 м³ бетона необходимо добавить следующее количество воды:

$$150 - 24 - 27,6 = 98,4 \text{ л}.$$

При введении в бетонную смесь поверхностно-активных добавок из общего количества воды затворения необходимо вычесть и объем воды, которая содержится в растворе ПАВ.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Предисловие 3
1. Общие положения 4
2. Требования к материалам и составам бетонов 5
3. Рекомендуемые области применения 7
4. Приготовление растворов добавок 10
5. Особенности приготовления и укладки бетонной смеси, электропрогрева бетона 12
6. Особенности контроля 17
7. Техника безопасности 18
Приложение 1. Содержание хлористого кальция в растворах, их плотность и температура замерзания 20
Приложение 2. Содержание хлористого натрия в растворах, их плотность и температура замерзания 21
Приложение 3. Содержание нитрита натрия в растворах, их плотность и температура замерзания 21
Приложение 4. Содержание нитрит-нитрата кальция (ННК) в растворах, их плотность 22
Приложение 5. Содержание нитрит-нитрат-хлорида кальция (ННХК) в растворах, их плотность 23
Приложение 6. Содержание поверхностно-активных веществ в водных растворах 23
Приложение 7. Поправка на температуру при определении содержания добавок в водных растворах 24
Приложение 8. Пример расчета показателей водных растворов добавок 25

Госстрой СССР
Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт организации, механизации и технической помощи строительству
ЦНИИОМТП

РУКОВОДСТВО ПО ЗИМНЕМУ БЕТОНИРОВАНИЮ С ЭЛЕКТРОПРОГРЕВОМ БЕТОНОВ, СОДЕРЖАЩИХ ПРОТИВОМОРОЗНЫЕ ДОБАВКИ

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав. редакцией Г. А. Жигачева
Редактор Л. Г. Бальян
Мл. редактор М. А. Жарикова
Технические редакторы Г. В. Климушкина, Н. Г. Бочкова
Корректоры В. М. Залевская, Г. А. Кравченко

Сдано в набор 24.III.1977 г. Подписано в печать 13.VII.1977 г.
Формат 84×108 1/32 Бумага типографская № 3
1,68 усл. печ. л. (0,75 уч.-изд. л.)
Тираж 20 000 экз. Изд. № XII—7027 Зак. № 185 Цена 5 коп.

Стройиздат
103006, Москва, Каляевская, 23а

Подольский филиал ПО «Периодика» Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
г. Подольск, ул. Кирова, д. 25

gost.e-ecolog.ru