МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
СССР

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
(СОЮЗДОРНИИ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО УХОДУ ЗА СВЕЖЕУЛОЖЕННЫМ БЕТОНОМ ДОРОЖНЫХ И АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ ТВЕРДЕНИЯ

Москва— 1972

gost.e-ecolog.ru

Министерство транспортного строительства СССР

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

(СОЮЗДОРНИИ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО УХОДУ ЗА СВЕЖЕУЛОЖЕННЫМ БЕТОНОМ ДОРОЖНЫХ И АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ ТВЕРДЕНИЯ

Одобрены Техническим Управлением
Минтрансстроя СССР

Москва- 1972

УДК 625.847(083.1)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УХОДУ ЗА СВЕЖЕУЛОЖЕННЫМ БЕТОНОМ ДОРОЖНЫХ И АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ ТВЕРДЕНИЯ .

Союздорнии. М., 1972.

Изложены методы ухода за свежеуложенным бетоном с учетом температурных условий твердения, разработанные на основе теоретических и экспе - риментальных исследований.

Рекомендованы различные способы ухода за свежеуложенным бетоном в зависимости от времени и месяца укладки, а также от климатическ и х условий района строительства.

В приложении к "Рекомендациям" показан ы влияние температуры твердения и времени выдерживания при постоянной температуре до начала ее повышения на морозостойкость и прочность бето - на.

"Методические рекомендации" предназначен ы для использования в районах с континентал ь н ым климатом, а также в других районах при температуре бетонирования выше 25°.

Табл.-1, рис.-2.

УДК 625.847(083.1)

Предисловие

Исследованиями Союздорнии установлено, что на морозостойкость и прочность дорожного бетона большое влияние оказывает величина температуры твердения бетона в первые сутки и повторность суточных перепадов температуры в покрытии.

При повышении температуры твердения бетона в первые сутки с 20 до 50°С, понижается морозостойкость бетона вследствие увеличения на 1-1,5% водопоглощения.

Периодические суточные колебания температуры с амплитудой более 6°С на поверхности покрытия снижают прочность в поверхностном слое более чем на 10%.

На основе установленной закономерности влияния указанных факторов на свойства бетона разработаны настоящие "Методические рекомендации по уходу за свежеуложенным бетоном дорожных и аэродромных покрытий в зависимости от температурных условий твердения".

"Методические рекомендации" уточняют и дополняют действующие нормативные документы при бетонировании покрытий в условиях континентального жаркого климата, а также могут быть использованы при бетонировании покрытий при температуре воздуха более 25°С в умеренном климате.

"Методические рекомендации" разработали канд.техн. наук В.А.Чернигов, инж. Г.С.Бабаян, канд. техн. наук Л.Б.Каменецкий и инж. В.А.Зельманович.

Все замечания и пожелания просьба направлять по адресу: 143900, Балашиха-6 Московской обл., Союздорнии.

ЗАМ.ДИРЕКТОРА СОЮЗДОРНИИ
кандидат технических наук Н.В.Горелышев

Общие положения

1. Настоящие "Методические рекомендации" дополняют и уточняют требования по уходу за бетоном, изложенные в пп.149, 150, 152, 158В и 159 "Инструкции по устройству цементобетонных покрытий автомобильных дорог" ВСН 139-68 и пп.13 и 17 "Технических указаний по уходу за свежеуложенным бетоном дорожных и аэродромных покрытий с применением пленкообразующих материалов" ВСН 35-70.

В "Методических рекомендациях" изложены особенности ухода за бетоном только в зависимости от температурных условий твердения бетона.

Способ ухода за бетоном должен быть обоснован в проекте организации работ.

2. "Методические рекомендации" нельзя применять для разработки способа ухода за бетоном покрытий, строящихся в зимних условиях. Уход за бетоном покрытий в зимних условиях осуществляют согласно требованиям "Технических указаний по строительству автомобильных дорог в зимних условиях" ВСН 120-65.

3. Температурные условия твердения бетона и прежде всего поверхностного слоя покрытия определяются:

- температурой бетонной смеси;
- амплитудой колебаний температуры воздуха за сутки;
- нагревом покрытия за счет воздействия солнечной радиации;
- величиной тепловыделения при экзотермии цемента.

Температуру твердения бетона покрытия можно при необходимости регулировать технологическими приемами, которые следует предусматривать при выборе способа ухода за бетоном.

Уход за свежеуложенным бетоном покрытий может

осуществляться одним из следующих способов:

– нанесением на поверхность бетона защитной водопаронепроницаемой пленки белого или темного цвета без устройства термоизоляционного слоя поверх пленки;

– нанесением на поверхность бетона защитной водопаронепроницаемой пленки с засыпкой поверх нее слоя песка или супеси с последующим увлажнением его в течение 48 час;

– засыпкой поверхности бетона слоем песка или супеси с увлажнением до набора бетоном проектной прочности.

4. Бетонная смесь в период укладки должна иметь температуру менее 30°С.

Требования к способам ухода за свежеуложенным бетоном

5. Уход за бетоном должен обеспечивать:

– непрерывно влажностные условия твердения бетона немедленно после отделки поверхности покрытия до набора проектной прочности;

– температуру твердения бетона не более 30°С на поверхности покрытия в течение 24–48 час после укладки бетона в зависимости от времени суток бетонирования и способа устройства швов (до набора прочности бетоном более 120 кгс/см^2);

– перепад температуры на поверхности покрытия менее 12°С в первые двое суток твердения бетона.

6. В условиях непрерывной влажности твердение бетона может быть обеспечено путем:

– своевременного нанесения на поверхность покрытия пленкообразующего материала требуемых составов по водопаропроницаемости (включая полиэтиленовые пленки) согласно ВСН 139-68 и ВСН 35-70;

– отсыпки или укладки на поверхность свежеуло-

женного бетона материалов, поддерживаемых в постоянно влажном состоянии до набора проектной прочности согласно технологии, изложенной в п.13 настоящих "Методических рекомендаций".

7. Для получения проектных морозостойкости и прочности бетона в поверхностном слое покрытия, необходимо обеспечить температуру твердения бетона менее $30^{\circ}C$ в течение 24-48 час до набора прочности более 120 кгс/см^2 (приложение 1),

8. При перепаде температуры на поверхности покрытия менее $12^{\circ}C$ в первые двое суток твердения бетона до нарезки швов в затвердевшем бетоне не возникнут поперечные трещины в покрытии даже без устройства контрольных швов. При этом швы сжатия должны быть нарезаны в затвердевшем бетоне в течение 24-48 час после укладки бетона.

9. При устройстве поперечных контрольных швов сжатия в свежеуложенном бетоне или устройстве всех швов сжатия в свежеуложенном бетоне допускается перепад температуры на поверхности покрытия более $12^{\circ}C$.

Особенности ухода за свежеуложенным бетоном с учетом температурных условий твердения

10. Уход за свежеуложенным бетоном с учетом температурных условий твердения производится в тех случаях, когда в период ухода за бетоном в течение первых двух суток: температура воздуха более $25^{\circ}C$; перепад температуры воздуха за сутки более $12^{\circ}C$; относительная влажность воздуха менее 50%; максимальная интенсивность солнечной радиации в 12-13час больше или равна 1,20 кал/см^{2}град.

При указанных погодных условиях и уходе за бетоном только с применением пленкообразующих материалов поверхность бетонного покрытия может нагреваться до тем-

пературы более 45°С, перепад температур на поверхности покрытия за сутки может достигать 20-30°С и линейный градиент по толщине плиты составит от 0,6 до 0,9°С/см.

Указанные параметры погоды могут быть не только в в условиях континентального климата Средней Азии, Казахстана, Восточной Сибири, но и в других климатических районах СССР, включая, например, Московскую область (в разных районах СССР эти параметры будут отличаться по величине и числу повторений - длительности во времени).

При составлении проекта организации работ необходимо устанавливать параметры погоды по климатическим справочникам для подсчета материалов для ухода за бетоном.

11. При бетонировании покрытий в период с 8 до 17 час в мае-сентябре и применении пленкообразующих материалов любого цвета (погодные условия характеризуются параметрами, указанными в п.10) технология ухода за бетоном осуществляется в такой последовательности:

а) вслед за розливом пленкообразующего материала темного цвета над покрытием устанавливают тенты из брезента, парусины и других материалов (желательно белого цвета) для защиты бетона от нагрева солнечными лучами. Тенты устраивают на перемещающихся по рельс-формам металлических или деревянных каркасах.

Между поверхностью покрытия и тентом должен оставаться просвет более 60см для циркуляции воздуха. Если применяют пленкообразующий материал белого цвета и пленка формируется в течение 2-3 час, то тенты не применяют;

б) после сформирования защитной пленки тенты передвигают на новый участок и поверх пленки устраивают термоизоляционный слой - отсыпают слой песка или супеси толщиной 4см и поливают его водой сразу

после отсыпки, а затем через 3–4 час в течение 48 час, чтобы температура в поверхностном слое бетона не повышалась более 30°С.

12. Если бетонирование производят в вечерние и ночные часы с мая по сентябрь (погодные условия характеризуются параметрами, указанными в п.10), то уход за бетоном осуществляется с помощью пленкообразующего материала белого цвета или темного цвета с побелкой его раствором извести до 9 час следующих суток. При этом температура поверхности покрытия в течение следующих суток не должна быть более 35°С.

При температуре поверхности бетона более 35°С следует отсыпать слой песка или супеси и поливать водой, как это указано в п.11.

13. Уход за свежеуложенным бетоном покрытий засыпкой его песком или супесью с увлажнением водой (без применения пленкообразующих материалов) осуществлять в такой последовательности:

а) поверхность уложенного покрытия немедленно после отделки укрывают влажной мешковиной и поддерживают ее в постоянно влажном состоянии путем поливки распыленной струей воды. Частоту поливок назначают в зависимости от температуры и влажности воздуха и скорости ветра. Вместо мешковины допускается применять полиэтиленовую пленку, картон или плотную бумагу, увлажняя их поверхность в жаркую погоду путем поливки распыленной струей воды (благодаря увлажнению температура поверхности бетона будет менее 30°С);

б) когда по бетону можно будет ходить без его повреждения, мешковину, пленку, картон или бумагу переносят на новый участок свежеуложенного покрытия, а поверхность бетона засыпают песком или супесью слоем 5–6 см;

в) слой засыпки поддерживают в постоянно влажном состоянии в течение первых 7 суток, для чего в ветренную или жаркую погоду его поливают через каждые

2–3 час распыленной струей воды в целях предупреждения размыва. Перед очередным поливом весовая влажность песка или супеси не должна быть менее 6%. В последующие сутки до набора бетоном проектной прочности полив водой производят через каждые 6–8 час.

После достижения бетоном проектной прочности слой песка или супеси удаляют.

14. Способ нарезки пазов швов сжатия зависит от способа ухода за бетоном.

При перепаде температуры за сутки на поверхности покрытия более 12°С пазы швов сжатия можно нарезать в затвердевшем бетоне только с устройством контрольных швов в свежеуложенном бетоне.

Если до набора прочности бетоном более 120 кгс/см^2 будет обеспечен перепад температуры за сутки на поверхности покрытия менее 12°С, то пазы швов сжатия можно нарезать в затвердевшем бетоне без устройства контрольных швов в свежеуложенном бетоне.

Нарезка пазов швов сжатия в свежеуложенном бетоне производится без учета способа ухода за бетоном.

Когда бетонирование покрытия производят в вечерние и ночные часы, то может быть допущена нарезка пазов швов сжатия в затвердевшем бетоне без устройства контрольных швов сжатия в свежеуложенном бетоне; в этом случае нарезка пазов должна быть произведена до 17 час следующих суток.

Нарезка контрольных швов сжатия в затвердевшем бетоне целесообразна только в том случае, когда стройка не располагает достаточным количеством машин-нарезчиков или когда ставится цель экономии расхода режущих дисков при нарезке пазов в бетоне прочностью более 120 кгс/см^2.

15. После нарезки шва необходимо закрыть паз полосой рулонного материала шириной 5–10см для предохранения от засорения и испарения влаги, что особенно важно при сухой, жаркой и ветреной погоде.

Способы ухода за бетоном в зависимости от температурных условий твердения

Номер способа ухода	Время суток, месяцы бетонирования	Ожидаемый нагрев поверхности покрытия без термозащиты в течение 24-48 час, °С	Ожидаемый за сутки перепад температуры на поверхности покрытия без термозащиты, °С	Вид материала, обеспечивающий влажностные условия твердения	Последовательность дополнительных технологических операций по уходу за бетоном	Пункт "Методических рекомендаций", поясняющий уход за бетоном
I	Любые часы суток, сентябрь–апрель	До 30	Менее 12	Пленкообразующий материал	Не требуются дополнительные меры по уходу за бетоном	1;6;8;11; 14
II	Любые часы суток, май–август	До 30	Менее 12	Пленкообразующий материал любого цвета	Всегда следует применять пленкообразующий материал белого цвета. Допускается применять пленкообразующий материал темного цвета с побелкой раствором извести после формирования пленки	1;6;8;11; 14
III	8-17 час, май–сентябрь	От 31 до 60	Более 12	Пленкообразующий материал любого цвета	1. Надвижка тентов. 2. Передвижка тентов. 3. Устройство термоизоляционного слоя. 4. Увлажнение водой слоя термоизоляции. 5. Удаление слоя термоизоляции	10; 11; 14
1У	После 17 час, май–сентябрь	От 31 до 60	Более 12	Пленкообразующий материал	Всегда следует применять пленкообразующий материал белого цвета. Допускается применять пленкообразующий материал темного цвета с побелкой раствором извести до 9 час следующих суток. При этом температура поверхности покрытия не должна быть более 35°С, в противном случае следует отсыпать слой термоизоляции до 9 час следующих суток с увлажнением в течение 48 час	12; 14
У	Любые часы суток, сентябрь–апрель	Более 31	Более 12	Пленкообразующий материал	Назначают способ ухода 1У. Если бетонирование производят в дневные часы и нагрев поверхности под пленкой белого цвета более 30°С, то уход осуществляют по способу III	10; 11; 12; 14
У1	Любые часы суток, любой месяц года	Ограничений нет	Ограничений нет	Постоянно влажный материал	1. Укрытие поверхности влажной мешковиной или другим материалом. 2. Удаление влажной мешковины. 3. Отсыпка слоя песка или супеси с поддерживанием в постоянно влажном состоянии. 4. Удаление песка или супеси	13

Рулонный материал (битумированная бумага, полиэтиленовая пленка и др.) приклеивают к поверхности покрытия пленкообразующим материалом для ухода за бетоном.

16. Для понижения температуры основания в дневные часы следует поливать его водой за час перед укладкой бетона так, чтобы перед укладкой бетона на поверхности основания не было скопления воды.

17. При уходе за бетоном с учетом температурных условий твердения в течение 48 час измеряют температуру поверхностного слоя бетона на глубине 1-2 см ртутными термометрами в 12 и 15 час.

Если нарезают швы сжатия в затвердевшем бетоне, то необходимо периодически измерять температуру поверхности покрытия и перед восходом солнца.

Это позволит определить перепад температуры за сутки на поверхности покрытия и учесть требования п.14.

Результаты измерений температуры бетона с указанием времени суток и месяца бетонирования, способа ухода за бетоном и способа нарезки швов записывают в журнал, который хранится в лаборатории строительства.

18. Способы ухода за свежеуложенным бетоном в зависимости от времени суток и месяца бетонирования приведены в таблице .

Влияние температурных условий твердения бетона на его морозостойкость и прочность

1. Влияние температурных условий твердения бетона на его водопоглощение было определено экспериментально[x]. Состав бетона применялся близкий к дорожному.

Во время формования образцов бетонная смесь имела температуру перед нагревом $T_н$ =20°С. Образцы бетона предохраняли от испарения влаги и помещали в климатическую камеру, в которой образцы нагревали до температуры 30, 40, 50 и 60°С по синусоидальной зависимости с периодом 24 час, в течение 14 суток. В конце каждого периода температура $T_н$ =20°С.

Образцы после их изготовления нагревали через 3, 10, 21, 45 час. Водопоглощение определяли стандартными испытаниями. Результаты опытов приведены на рис.1 и 2.

Из анализа опытов сделаны следующие выводы:

1. С повышением температуры нагрева бетона значительно увеличивается его водопоглощение (см.рис.1).

2. В бетоне, имеющем меньшее начальное водопоглощение при постоянной температуре твердения $T_н$ =20°С (точки при ΔT =0 на кривых 1 и 2 рис.1), наблюдается и меньший прирост водопоглощения при повышении температуры твердения (ΔW_1 и ΔW_2 рис.1).

3. С увеличением времени выдерживания бетона в нормальных условиях при постоянной температуре $T_н$ = 20°С с последующим нагревом бетона резко снижается водопоглощение (см.рис.2). При этом с уменьшением

---

[x] Приложение разработано и эксперименты проведены инж.Г.С.Бабаяном под руководством канд.техн. наук В.А.Чернигова.

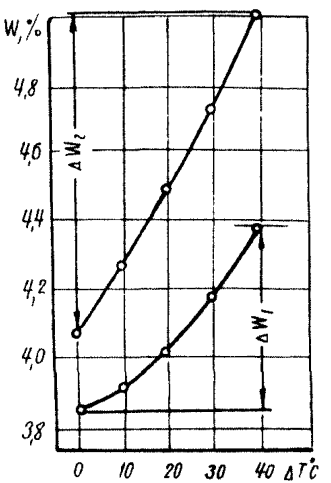

Рис.1. Зависимость водо - поглощения бетона от температуры его твердения

$$\Delta T = T_к - T_н:$$

$T_к$ - максимальная температура твердения; $T_н$ - температура бетона перед его нагревом, равная 20° С

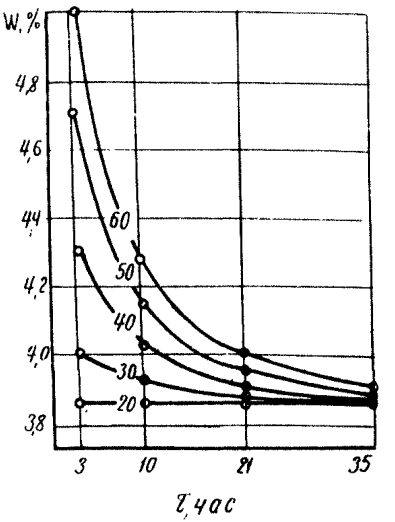

Рис.2. Влияние времени выдерживания бетона до нагрева на его водопоглощение (на кривых указана максимальная температура нагрева бетона после выдерживания при 20°С)

максимальной температуры нагрева бетона снижается водопоглощение.

4. Предварительное выдерживание бетона в нормальных температурных условиях твердения обеспечивает минимальное увеличение водопоглощения при последующем повышении температуры (см.рис.2). Нагрев бетона после 45 час твердения при $T_н$ =20°С не приводит к увеличению водопоглощения.

5. При нагреве бетона до 30°С (независимо от времени выдерживания в нормальных температурных условиях) наблюдается незначительное увеличение водопоглощения (см.рис.2).

II. Морозостойкость бетона зависит от величины водопоглощения и регулируется введением воздухововлекающих или газообразующих добавок, создающих замкнутые поры, не заполненные водой

$$ВВД = K(W_o + W_т) - V_{кп} - V_{ост}, \qquad (1)$$

где $ВВД$ – объем вовлеченного воздуха при введении в бетонную смесь воздухововлекающих добавок, %;

W_o – объем открытых пор в бетоне при нормальных температурных условиях твердения, %;

$W_т$ – дополнительный объем открытых пор в бетоне, образовавшийся вследствие повышения температуры твердения, %;

$V_{кп}$ – объем контракционных пор в бетоне, %;

$V_{ост}$ – объем остаточного воздуха в уплотненном бетоне, %;

K – коэффициент, характеризующий морозостойкий бетон при отношении объема замкнутых пор к объему открытых пор, заполненных водой, равном 1,20–1,24.

Объем открытых пор W_o в поверхностном слое бетона изменяется и может быть выражен законом нормального распределения или

$$W_0 = W_{ср} + n \cdot \sigma, \qquad (2)$$

где $W_{ср}$ – средняя величина водопоглощения по трем образцам, %;

σ – среднеквадратичное отклонение водопоглощения, равное 0,1 $W_{ср}$;

n – коэффициент, принимаемый равным от 2 до 3 в зависимости от надежности расчета морозостойкости бетона.

Согласно формуле (1) количество добавок для воздухововлечения *ВВД* зависит от W_0, $W_т$, $V_{кп}$ и $V_{ост}$. С увеличением водопоглощения $W_т$, что связано с ростом объема дополнительных открытых пор до 1;5–2%, должен возрастать объем *ВВД* до 6–7%.

В этом случае прочность бетона снизится на 10–15%, что приведет к уменьшению несущей способности покрытия.

Причем, несмотря на некоторое повышение коэффициента однородности бетона по прочности за счет введения *ВВД*, снижение прочности бетона можно частично компенсировать за счет уменьшения водоцементного отношения вследствие пластифицирующих свойств *ВВД* или увеличением толщины покрытия.

Введение в бетонную смесь газообразующих добавок или воздухововлекающих и пластифицирующих добавок приводит к незначительному уменьшению прочности бетона.

Таким образом, морозостойкость бетона может быть обеспечена либо путем ухода за свежеуложенным бетоном, создающим нормальные температурные условия твердения (до 30°С), либо введением дополнительного количества воздухововлекающих и пластифицирующих или газообразующих добавок.

Однако введение в бетон воздухововлекающих или газообразующих добавок не избавляет от необходимос-

ти соблюдать основное требование – температура твердения бетона в условиях континентального климата должна быть менее 30°С. В этих климатических условиях происходит дополнительное снижение прочности бетона вследствие многократно повторных температурных напряжений в покрытии. Поэтому целесообразно обеспечивать морозостойкость и прочность бетона, применяя соответствующие способы ухода, создающие нормальные температурные условия твердения, это и отражено в настоящих "Методических рекомендациях".

Ответственный за выпуск В.О.Арутюнян

Редактор В.А.Крылова
Корректор Р.М.Шпигель
Технический редактор Л.А.Буланова

Подписано к печати 21.У1-72 Формат 60х84/16
Л 100598 Заказ 79-2
Уч.изд.л. 0,85
Печ.л. 1,00
Цена 10 коп. Тираж 400

Ротапринт Союздорнии

gost.e-ecolog.ru