



МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)

В.В. УШАКОВ, В.А. ЯРМОЛИНСКИЙ

**УСТРОЙСТВО
АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ
ПОКРЫТИЙ
ПРИ ПОНИЖЕННОЙ
ТЕМПЕРАТУРЕ ВОЗДУХА**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)»

В.В. УШАКОВ, В.А. ЯРМОЛИНСКИЙ

УСТРОЙСТВО
АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ
ПОКРЫТИЙ
ПРИ ПОНИЖЕННОЙ
ТЕМПЕРАТУРЕ ВОЗДУХА

Утверждено
в качестве учебного пособия
редсоветом МАДИ

МОСКВА
МАДИ
2018

УДК 625.855.3
ББК 39.311-033
У931

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф. кафедры «Строительство
и эксплуатация дорог» МАДИ Носов В.П.;
канд. техн. наук, ген. директор СРО НП «МОД»
СОЮЗДОРСТРОЙ Хвоинский Л.А.

Ушаков, В.В.

У931 Устройство асфальтобетонных покрытий при пониженной температуре воздуха: учеб. пособие / В.В. Ушаков, В.А. Ярмолинский. – М.: МАДИ, 2018. – 104 с.

В данном учебном пособии рассмотрены вопросы устройства асфальтобетонных покрытий при пониженной температуре воздуха. Приведены основные технологии производства работ с учетом современных машин, оборудования и дорожно-строительных материалов.

Пособие предназначено для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», профиль «Автомобильные дороги» и магистров, обучающихся по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство», профиль «Проектирование автомагистралей и управление проектами». Оно может быть полезно инженерно-техническим работникам дорожной отрасли, занимающимся вопросами строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог.

УДК 625.855.3
ББК 39.311-033

© МАДИ, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ОПЫТ УСТРОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ Пониженной Температуре Воздуха.....	8
1.1. Результаты научных исследований и накопленного опыта по устройству асфальтобетонных покрытий в условиях пониженной температуры воздуха	8
1.2. Влияние толщины устраиваемого слоя асфальтобетона на процесс укладки и уплотнения при пониженной температуре воздуха	17
<i>Вопросы и задания для самопроверки</i>	<i>26</i>
2. ТРЕБОВАНИЕ К МАТЕРИАЛАМ ПРИ УСТРОЙСТВЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ В УСЛОВИЯХ Пониженной Температуры Воздуха	27
2.1. Асфальтобетонные и полимерасфальтобетонные смеси, применяемые при устройстве дорожных покрытий в условиях пониженной температуры воздуха.....	27
2.2. Применение модифицирующих добавок и активированных минеральных порошков для приготовления асфальтобетонных смесей при пониженной температуре воздуха	33
<i>Вопросы и задания для самопроверки.....</i>	<i>39</i>
3. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПРИ УСТРОЙСТВЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ В УСЛОВИЯХ Пониженной Температуры Воздуха	40
3.1. Подготовка асфальтобетонных заводов в условиях работы при пониженной температуре воздуха	40
3.2. Подготовка основания перед укладкой асфальтобетонных смесей.....	42
<i>Вопросы для самопроверки.....</i>	<i>46</i>
4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕБУЕМЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПРИ ПРИГОТОВЛЕНИИ, ТРАНСПОРТИРОВАНИИ И УКЛАДКЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ В УСЛОВИЯХ Пониженной Температуры Воздуха.....	47
4.1. Требуемые температурные интервалы при доставке асфальтобетонной смеси к месту укладки в условиях пониженной температуры воздуха	47
4.2. Транспортирование асфальтобетонных смесей к месту укладки.....	48

4.3. Применение антисегрегационных перегружателей асфальтобетонной смеси.....	51
4.4. Применение теплоизолирующих укрытий при устройстве асфальтобетонных покрытий в условиях пониженной температуры воздуха.....	53
<i>Вопросы для самопроверки</i>	55
5. УСТРОЙСТВО АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ ПОНИЖЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ВОЗДУХА.....	56
5.1. Укладка и уплотнение асфальтобетонных смесей при пониженной температуре воздуха.....	56
5.2. Укладка горячих асфальтобетонных смесей при выпадении осадков в виде дождя или снега	69
5.3. Расчет технологических параметров укладки и уплотнения слоев асфальтобетонных покрытий при неблагоприятных погодных условиях	70
<i>Вопросы для самопроверки</i>	80
6. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ОХРАНА ТРУДА ПРИ УСТРОЙСТВЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ В УСЛОВИЯХ ПОНИЖЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА.....	81
6.1. Контроль качества выполнения работ при устройстве асфальтобетонных покрытий в условиях пониженной температуры воздуха	81
6.2. Охрана труда при устройстве асфальтобетонных покрытий в условиях пониженной температуры воздуха	94
<i>Вопросы для самопроверки</i>	98
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	99
СПИСОК ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ	100
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	102

ВВЕДЕНИЕ

В большинстве регионов России короткий строительный сезон, в связи с этим устройство асфальтобетонных покрытий приходится выполнять при пониженных температурах воздуха.

В результате работы по устройству дорожных покрытий из горячих асфальтобетонных смесей зачастую ведутся с нарушением технологии их устройства, приводя к снижению межремонтных сроков службы дорожных покрытий и дорожных одежд.

Согласно нормативным документам (СП 78.13330.2012, ГОСТ 9128-2009, ВСН 14-95, ТР 103-00 и др.), которые регламентируют технологию укладки асфальтобетонных смесей, допускается производить работы по устройству отдельных конструктивных слоев асфальтобетонного покрытия при температуре воздуха не ниже $+10^{\circ}\text{C}$ осенью и не ниже $+5^{\circ}\text{C}$ весной.

В то же время, в ряде нормативных документов рассматриваются особенности укладки горячих асфальтобетонных смесей при пониженной температуре воздуха (от плюс 5°C до минус 10°C) [1, 4, 5]. В этих документах регламентируется минимальная толщина (4 см) укладки асфальтобетона, указывается необходимость специальной подготовки основания. Однако в них не приведены конкретные требования к составу асфальтобетонных смесей, к содержанию битума, активированным минеральным порошкам и специальным модифицирующим добавкам, которые позволяют увеличивать время транспортирования асфальтобетонной смеси, продлевают сроки проведения дорожных работ при пониженных температурах воздуха, повышают удобоукладываемость и уплотняемость смеси, а также улучшают водостойкость асфальтобетона, не ухудшая при этом другие показатели качества.

До сих пор отсутствует документ, который четко регламентирует допустимый интервал температур укладки асфальтобетонной смеси в зависимости от температуры окружающего воздуха и скорости ветра.

В то же время при устройстве двухслойных асфальтобетонных покрытий необходимо установить конкретные требования к нижнему слою покрытия, сохранению и обеспечению его минимальной температуры.

При устройстве асфальтобетонных покрытий в условиях пониженной температуры воздуха следует регламентировать режим подачи смеси автомобилями-самосвалами, исключая простой асфальтоукладчика, обеспечить утепление и обогрев кузовов автомобилей-самосвалов для сохранения температуры смеси, установить предельную дальность транспортирования смеси в зависимости от температуры окружающего воздуха и оптимальную грузоподъемность автомобилей-самосвалов.

В условиях пониженных температур воздуха, для равномерного распределения температуры смеси при выгрузке ее в приемный бункер асфальтоукладчика и дополнительного подогрева, возможно использование антисегрегационных перегружателей асфальтобетонной смеси.

Важнейшее значение при распределении и уплотнении асфальтобетонных смесей в условиях пониженных температур воздуха имеют минимальные температуры укладки и уплотнения асфальтобетонной смеси. При распределении смеси асфальтоукладчиком требуется регулировать работу его рабочих органов, выглаживающей плиты и трамбуемого бруса.

При уплотнении асфальтобетонных смесей необходимо регламентировать тип и массу катков, их количество по сравнению с летней нормой. Следует установить оптимальную ширину полосы укладки и скорость движения катков в начале и конце укатки, а также количество проходов катка по одному следу.

Пониженные температуры воздуха приводят к необходимости уменьшения длины захватки при укладке асфальтобетонной смеси, для того чтобы новая полоса укладки примыкала к теплой, не остывшей кромке ранее уложенной полосы. Поэтому при производстве ра-

бот по устройству асфальтобетонных покрытий в рассматриваемых условиях предъявляются дополнительные требования к качеству устройства и отделке мест сопряжения полос укладки. Так, для обеспечения надежности работы дорожных конструкций и повышения ее сроков службы рекомендуется использовать армирующие прослойки из геосинтетических и других материалов.

Проблема устройства асфальтобетонных покрытий при пониженной температуре воздуха является важной и актуальной задачей, связанной с увеличением продолжительности строительного сезона и обеспечением высоких потребительских качеств автомобильных дорог, а также нормативных сроков службы дорожных одежд и покрытий.

Решение данной задачи требует проведения анализа существующих способов устройства асфальтобетонных покрытий при пониженной температуре воздуха и выбора наиболее эффективных решений при производстве данного вида работ.

1. ОПЫТ УСТРОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ ПОНИЖЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ВОЗДУХА

1.1. Результаты научных исследований и накопленного опыта по устройству асфальтобетонных покрытий в условиях пониженной температуры воздуха

В практике дорожного строительства все чаще возникает потребность устройства асфальтобетонных покрытий при более низкой температуре воздуха, которая рекомендована в СП 78.13330.2012 [1]. Это обстоятельство обусловлено влиянием совокупности как неблагоприятных производственных условий, так и природно-климатических факторов, которые приводят к снижению темпов укладки и уплотнения асфальтобетонных смесей, а также потребности увеличения периода выполнения дорожно-строительных работ.

Задача увеличения продолжительности строительного сезона за счет устройства асфальтобетонных покрытий при пониженных температурах воздуха особенно актуальна в условиях ежегодного повышения интенсивности и грузонапряженности на автомобильных дорогах федерального значения, когда ремонтные работы, для обеспечения сохранности дорожного покрытия, приходится производить ранней весной или поздней осенью, зачастую при отрицательной температуре окружающего воздуха.

Наибольшую актуальность проблема увеличения строительного сезона по устройству асфальтобетонных покрытий при пониженных температурах воздуха приобретает в регионах с суровым климатом, районах Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока, территория которых составляет более 70% площади Российской Федерации. Продолжительность периода укладки горячих асфальтобетонных смесей (согласно СП 78.13330.2012) в этих районах крайне мала – всего 2–3 месяца в году [3].

Накопленный опыт [4, 5, 14–16] проведения работ по устройству асфальтобетонных покрытий в условиях пониженной температу-

ры воздуха свидетельствует о низком качестве проведения дорожно-строительных работ и невысокой эффективности применяемых технологий.

В условиях пониженных положительных и отрицательных температур воздуха традиционная технология устройства асфальтобетонных покрытий имеет ряд недостатков, к числу которых следует отнести:

- недостаточную степень сцепления между слоями из-за разрыва технологического процесса укладки асфальтобетонной смеси верхнего и нижнего слоев и, как следствие, остывания нижнего слоя;
- недостаточную степень уплотнения асфальтобетонного покрытия (из-за быстрого остывания уложенного слоя).

Укладка асфальтобетонных смесей ведется на неподготовленное и непрогретое основание, работы проводятся в снег или дождь, при сильном ветре и других неблагоприятных погодных условий, которые в совокупности с низкими температурами окружающего воздуха значительно снижают сроки службы устраиваемых асфальтобетонных покрытий.

Начатые асфальтобетонные работы при $t = +5...+6^{\circ}\text{C}$ могут продолжаться до своего завершения при понижении температуры на $3-4^{\circ}\text{C}$, усилении ветра и выпадении осадков в виде дождя или мокрого снега.

Вместе с тем современные технологии позволяют использовать высокоэффективные машины, оборудование, асфальтобетонные смеси с различными добавками, что обеспечивает качественное выполнение дорожно-строительных работ и расчетные сроки службы асфальтобетонных покрытий, устраиваемых при пониженных температурах воздуха (ниже тех, которые рекомендованы в СП 78.13330.2012).

На основании исследований, выполненных специалистами СоюздорНИИ и его Ленинградского и Омского филиалов в 1990 г. были разработаны «Методические рекомендации по строительству асфальтобетонных покрытий при пониженных положительных и отрицательных (до -10°C) температурах воздуха» (авторы Никольский Ю.Е., Костельов М.П., Бабак О.Г., Фурсов С.Г., Пермяков В.Б. и др.). Данные ре-

комендации учитывали практический опыт российских и зарубежных подрядных организаций, в том числе семи дорожно-строительных и ремонтных фирм объединения «Дорстройпроект» [16].

Накопленный опыт показал, что работы по устройству асфальтобетонных покрытий в условиях пониженных температур воздуха необходимо увязывать с комплексом подготовительных работ.

В состав подготовительных работ входит: подготовка асфальтобетонного завода (АБЗ), асфальтоукладчиков, катков, автосамосвалов и другой техники.

При подготовке АБЗ необходимо позаботиться об утеплении всех битумопроводов, транспортеров, шнеков, бункеров, кузовов и инертных материалов, входящих в состав асфальтобетонной смеси. Особое внимание следует уделить сокращению возможных потерь тепла горячей смеси во время ее перевозки к месту укладки [14].

Согласно СП 78.13330.2012, разрешается производить работы с использованием горячих асфальтобетонных смесей при температуре не ниже 0°C при обеспечении следующих условий:

- 1) толщина укладываемого слоя должна быть не менее 4 см;
- 2) устраивать, как правило, только нижний слой двухслойного покрытия (если по уложенному слою предполагается движение транспорта зимой и весной, слой следует устраивать из плотных смесей);
- 3) устройство верхнего слоя возможно только по свежеложенному нижнему слою. При этом температура нижнего слоя должна быть не ниже 20°C. В этом случае предполагается одновременная укладка нижнего и верхнего слоев.

При низких температурах воздуха (особенно в сочетании с сильным ветром) происходит интенсивное охлаждение асфальтобетонной смеси. В этих условиях для обеспечения требуемого коэффициента уплотнения в соответствии с установленными требованиями [1] необходимо организовать высокопроизводительную работу по укладке и уплотнению горячих асфальтобетонных смесей, а также снизить тепловые потери смеси при ее транспортировке.

Согласно СП 78.13330.2012 [1], коэффициент уплотнения должен быть не менее 0,99 – для высокоплотного асфальтобетона и плотного асфальтобетона типов А и Б из горячих смесей; 0,98 – для плотного асфальтобетона из горячих смесей типов В, Г и Д, пористого и высокопористого асфальтобетона; 0,96 – для асфальтобетона из холодных смесей.

При пониженных температурах воздуха (до -10°C) при укладке горячих асфальтобетонных смесей следует предусматривать:

- 1) толщину укладываемого слоя покрытия – не менее 5 см;
- 2) устраивать, как правило, только нижний слой двухслойного покрытия;
- 3) укладку верхнего слоя покрытия можно производить только по свежееуложенному нижнему слою, при его температуре не ниже 20°C ;
- 4) исключить применение битумной эмульсии для подгрунтовки;
- 5) повысить подвижность асфальтобетонной смеси за счет применения ПАВ и повышения температуры смеси при укладке;
- 6) максимально снизить потери тепла асфальтобетонной смесью в процессе ее транспортирования;
- 7) повысить степень и интенсивность уплотнения смеси.

При пониженных температурах воздуха рекомендуется устраивать асфальтобетонные покрытия увеличенной толщины: при температуре воздуха – $5-10^{\circ}\text{C}$ (осенью) – 4–5 см; $5-0^{\circ}\text{C}$ – 5–6 см; $0-\text{минус } 5^{\circ}\text{C}$ – 6–7 см; минус 5 – минус 10°C – 7–8 см [4,5].

При невозможности выполнения мероприятий, обеспечивающих необходимое качество работ по устройству верхнего слоя асфальтобетонного покрытия из горячих смесей или при сложных погодных условиях (температура воздуха ниже минус 5°C , скорость ветра больше 15 м/с) целесообразно устраивать только нижний слой покрытия или слой основания толщиной не менее 10 см и при соответствующем технико-экономическом обосновании приступать к укладке верхнего слоя покрытия.

При устройстве двухслойного покрытия в условиях пониженных температур воздуха целесообразно верхний слой покрытия уклады-

вать сразу после нижнего, чтобы сохранить температуру последнего в пределах 20–40°С и исключить операции по его очистке и дополнительному нагреву.

Для снижения теплотерь и обеспечения необходимого сцепления слоя покрытия с основанием или нижним слоем покрытия производят очистку поверхности основания от пыли, грязи, снега и льда, а также его осушение и прогрев терморазогревателями.

В условиях отрицательной температуры воздуха подгрунтовка нижележащего слоя выполняется жидким битумом СГ 70/130 по ГОСТ 11955, нагретым до температуры 130–150°С, с нормой расхода 0,5–0,8 л/м² для обработки основания и 0,2–0,3 л/м² для обработки нижнего слоя покрытия.

Для приготовления асфальтобетонных смесей, используемых в условиях отрицательных температур воздуха, рекомендуется применять менее вязкие битумы марки БНД 90/130, БНД 130/200, БНД 200/300 взамен БНД 60/90 и БНД 40/60, а также поверхностно-активные вещества и низкомолекулярные сополимеры, что позволит увеличить резерв времени для эффективного уплотнения слоя.

При отрицательных температурах воздуха в составе горячих асфальтобетонных смесей рекомендуется применять поверхностно-активные вещества катионного типа (АМДОР, REDISER, КАП, ДОРОС или ИНТЕРЛЕН) в количестве 0,5–1,0% от массы битума.

При строительстве асфальтобетонных покрытий наиболее сложными и ответственными в условиях пониженных температур являются две операции – укладка асфальтобетонной смеси и ее уплотнение.

Технология выполнения этих операций не может быть такой же, как при положительных температурах окружающего воздуха. Это связано с быстрым охлаждением слоя асфальтобетонной смеси после укладки в покрытие и трудностью по этой причине его уплотнения до требуемого коэффициента уплотнения.

На увеличение возможной продолжительности укладки горячей асфальтобетонной смеси в первую очередь влияют: **температура** окружающего воздуха, **температура** асфальтобетонной смеси при ее укладке, **толщина** укладываемого слоя, а также **скорость ветра**.

Температура асфальтобетонной смеси и толщина укладываемого слоя имеют линейную зависимость с продолжительностью выполнения работ [4, 5].

Качественное уплотнение горячей асфальтобетонной смеси при пониженной температуре воздуха может быть обеспечено при правильном выборе типа катков, выполнении ими минимально необходимой работы, а также соблюдении требуемой температуры смеси.

Исследования, выполненные при строительстве автомобильных дорог, а также в лабораторных условиях, показали, что чем тоньше слой смеси, тем быстрее он охлаждается [4, 5, 15]. Завершать уплотнение песчаных смесей типов Г и Д следует при охлаждении их до $t = 60^{\circ}\text{C}$, а щебенистых смесей типов А и Б до $t = 70^{\circ}\text{C}$.

При устройстве тонких слоев (менее 5 см) и температуре окружающего воздуха от минус 5 до минус 10°C необходимое время на уплотнение составляет не более 10 мин. Этого интервала времени явно недостаточно для качественного уплотнения асфальтобетонного слоя. Более толстые слои в этих условиях могут сохранить необходимую для уплотнения смеси температуру.

Результаты исследований и накопленный опыт [4, 5, 15, 16] позволяют выделить два основных направления устройства качественных асфальтобетонных покрытий при пониженной температуре воздуха.

Первое направление основано на применении мероприятий, позволяющих снизить тепловые потери и увеличить интервал времени остывания смеси. Этого можно добиться за счет:

- 1) применения специальных добавок ПАВ и низкомолекулярных сополимеров, активированных минеральных порошков при приготовлении асфальтобетонной смеси;
- 2) теплоизоляции кузовов автотранспортных средств;
- 3) увеличения толщины укладываемого слоя покрытия;
- 4) осуществления дополнительного поверхностного нагрева основания или свежеложенного слоя покрытия терморазогревателями;
- 5) использования перегружателей асфальтобетонной смеси с подогревом;
- 6) применение теплоизолирующих укрытий.

Увеличение толщины укладываемого слоя может осуществляться путем одновременной укладки толстого (нижнего) и тонкого (верхнего) слоев покрытия при совместном их уплотнении. При этом по верху уложенного слоя (на период укатки) может укладываться теплоизоляционное укрытие в виде брезента (толщина 1–2 мм) или тонкого (3–5 мм) резинового полога, через которое и ведется уплотнение смеси катками.

Второе направление предусматривает интенсификацию процесса укладки и уплотнения асфальтобетонной смеси за счет применения эффективных и производительных асфальтоукладчиков и катков, а также усовершенствования отдельных технологических операций.

С этой целью могут быть использованы асфальтоукладчики с повышенной степенью предварительного уплотнения смеси, имеющие рабочий орган с двойным трамбуемым брусом, с прессующими планками, а также виброкатки с высокой производительностью укатки.

Большое значение имеет выбор технологии укладки и уплотнения слоя асфальтобетонной смеси при пониженной температуре воздуха. Сочетание работы виброкатков со статическими катками на заключительном этапе уплотнения, уменьшение ширины укладываемой полосы (при недостаточном количестве катков) либо увеличение количества катков на полосе укладки позволяют эффективно выполнять работы при пониженной температуре воздуха.

При традиционной технологии строительства каждый последующий слой асфальтобетонной смеси укладывается на ранее уложенный и уже остывший слой. В результате чего остывание укладываемого верхнего слоя происходит в двух направлениях: с верхней поверхности происходит теплоотдача в атмосферу, а через нижнюю поверхность слоя – передача тепла в подстилающий слой. При снижении температуры воздуха меняются физические свойства материалов (подвижность, адгезия и др.), что влияет на эффективную продолжительность и качественное выполнение работ по устройству асфальтобетонного покрытия.

В этой связи заслуживает внимания технология укладки асфальтобетонной смеси под названием «компакт-асфальт».

Наибольшее распространение технология «компакт-асфальт» получила в Дании, Швеции и Германии.

Двухслойное асфальтобетонное покрытие, устраиваемое по технологии «компакт-асфальт», относится к категории комбинированных дорожных покрытий. Комбинированные дорожные покрытия состоят из разных по составу, структуре и физико-механическим свойствам слоев асфальтобетона, объединенных в единый монолитный пласт под действием высокой температуры и давления [14, 16].

По технологии «компакт-асфальт» нижний слой, как правило, устраивается из мелкозернистой горячей асфальтобетонной смеси, а верхний (более дорогостоящий) – из щебеночно-мастичной (ЩМАС) или вибролитой асфальтобетонной смеси (ВЛАС).

Суть технологии «компакт-асфальт» заключается в одновременной укладке верхнего и нижнего (выравнивающего) слоев дорожного покрытия из различных типов асфальтобетонной смеси одним асфальтоукладочным комплексом за один его проход. Данный принцип устройства дорожных покрытий, когда верхний слой асфальтобетонного покрытия укладывается на еще не остывший нижний слой, называется технологией «горячее по горячему» [14–16].

При технологии «горячее по горячему» оба слоя асфальтобетонной смеси сохраняют высокую температуру и подвижность, благодаря чему в процессе уплотнения происходит их частичное объединение за счет взаимопроникновения материалов. В результате этого степень сцепления (адгезия) между двумя слоями достигает максимальной величины, повышая тем самым устойчивость дорожного покрытия к различным деформациям.

При понижении температуры асфальтобетонных смесей их уплотняемость снижается, поэтому скорость остывания укладываемой асфальтобетонной смеси является одним из ключевых факторов, определяющим возможность ее качественного уплотнения в условиях пониженных температур воздуха.

В этой связи метод «горячее по горячему», и в частности технология «компакт-асфальт», позволяет повысить качество уплотнения

асфальтобетонной смеси в условиях пониженной температуры воздуха и сильного ветра.

Чем больше толщина верхнего слоя, тем сильнее этот слой нагревает подстилающее основание, что обеспечивает лучшее сцепление слоев между собой и возможность увеличения периода уплотнения слоя в интервалах температур, позволяющих обеспечить требуемый коэффициент уплотнения асфальтобетона [14].

Одновременная укладка двух слоев приводит к существенному снижению скорости остывания верхнего слоя асфальтобетонной смеси за счет практически полного отсутствия теплопередачи в подстилающие слои. Это дает возможность повысить качество уплотнения за счет двух факторов: увеличения температуры смеси в период уплотнения и продления периода эффективного уплотнения.

В этом случае сцепление между слоями достигает максимальной величины и отпадает необходимость в предварительной подгрузке нижнего слоя перед укладкой верхнего. Качественное сцепление между слоями позволяет добиться высоких показателей качества асфальтобетонного покрытия при устройстве его при пониженных температурах воздуха.

Помимо технологии «компакт-асфальт» устройство комбинированных дорожных покрытий может выполняться также путем последовательной укладки и уплотнения нижнего и верхнего слоев с помощью двух асфальтоукладчиков, идущих друг за другом. Однако, хотя такой способ и близок по смыслу к технологии «компакт-асфальт», при его использовании возникает проблема образования колеи от ходовой части (гусениц) асфальтоукладчика верхнего слоя на уже уложенном нижнем слое.

Важным преимуществом технологии «компакт-асфальт» является то, что она позволяет избежать этой проблемы, так как ходовая часть асфальтоукладочного комплекса не соприкасается с нижним слоем, оставаясь все время на твердой поверхности (рис. 1.1).

К преимуществам технологии «компакт-асфальт» в условиях пониженной температуры воздуха можно отнести:

- улучшение качества уплотнения асфальтобетонной смеси благодаря медленному остыванию и сохранению тепла между слоями;

- более качественное сцепление слоев благодаря их взаимопроникновению и расклиниванию;
- высокая устойчивость верхнего слоя дорожного покрытия к пластическим деформациям и сдвигам;
- сокращение времени проведения работ (благодаря тому, что оба слоя укладываются за один проход);
- увеличение периода уплотнения (два слоя, уложенные одновременно, остывают дольше, позволяя таким образом совершить расчетное количество проходов катков при оптимальной температуре асфальтобетонной смеси).



Рис. 1.1. Асфальтоукладочный комплекс для одновременной укладки двух слоев асфальтобетонного покрытия по технологии «компакт-асфальт»

К недостаткам технологии «компакт-асфальт» следует отнести:

- высокую стоимость технологического оборудования;
- большие габариты и громоздкость оборудования усложняет погрузку и транспортировку техники к месту проведения работ, а также затрудняет движение транспорта в процессе производства работ;
- необходимость привлечения дополнительной спецтехники в виде мобильного перегружателя асфальтобетонной смеси.

1.2. Влияние толщины устраиваемого слоя асфальтобетона на процесс укладки и уплотнения при пониженной температуре воздуха

При пониженных температурах воздуха в российской и зарубежной практике вместо отдельного устройства двух слоев покрытия часто практикуют укладку одного (более толстого) слоя. Напри-

мер, слои 7 см (нижний) и 5 см (верхний) заменяют на один толщиной 12 см [15].

В последние годы в ряде стран стали переходить на устройство трехслойных асфальтобетонных покрытий вместо традиционных двухслойных. Причем верхний слой износа из смеси на модифицированном полимерами битуме из-за высокой ее стоимости стремятся укладывать тонким слоем (2–3 см), который достаточно быстро теряет свою температуру даже при положительных температурах воздуха. Возникает серьезная проблема качественного уплотнения такого тонкого слоя, дорогого и быстро остывающего [14].

Немецкая подрядная фирма «Кирхнер» (*Kirchner*) вместе с Техническим институтом г. Эрфурта провела удачные эксперименты по новой технологии укладки верхнего тонкого слоя покрытия сразу же на только что уложенный более толстый горячий слой, еще не уплотненный катками. Для этого использовались два укладчика, идущие друг за другом (рис. 1.2). Первый укладывал нижний толстый слой, второй – тонкий верхний.



Рис. 1.2. Одновременная укладка двух слоев асфальтобетонного покрытия с помощью комбинированного асфальтоукладчика

Загрузка смеси во второй укладчик производилась сбоку с помощью ленточного транспортера специального погрузчика. Затем

осуществлялось совместное уплотнение двух слоев катками. За счет тепла нижнего толстого слоя верхний тонкий слой покрытия имел более продолжительное время для укатки.

Фирма Кирхнер (*Kirchner*) усовершенствовала технологию укладки так называемого «компакт-асфальта» (рис. 1.3) за счет применения новой конструкции асфальтоукладчика, созданной путем механического наложения дополнительного укладочного модуля на существующий стандартный укладчик. При этом два укладчика были соединены в один, способный вести одновременную укладку двух разных по толщине слоев и из двух разных типов смеси, но уплотняемых катками совместно.



Рис. 1.3. Конструкция покрытия из «компакт-асфальта»

Новый комбинированный укладчик имеет два отдельных бункера (поочередно заполняемых необходимым типом смеси с помощью ленточного транспортера-перегрузчика), два самостоятельных дизельных привода, два рабочих органа (у каждого трамбуемый брус с выглаживающей виброплитой), но одно общее гусеничное ходовое устройство и единую систему управления всеми агрегатами и органами.

В середине ноября фирма «Корд» объединения «Дорстройпроект» при строительстве асфальтобетонного покрытия на мосту через реку Тигода, вблизи г. Кириши Ленинградской области, успешно применила подобную технологию.

Температура воздуха во время строительства была в интервалах от минус 4 до минус 5°С, скорость ветра достигала 6–7 м/с.

Вместо двух слоев по проекту (нижний слой 6 см из смеси типа Г и верхний слой 7 см из смеси типа Б) при длине моста 145 м и ширине покрытия 8 м были уложены:

- в нижнюю часть покрытия тонкий слой толщиной 3 см из смеси типа Г;
- в верхнюю часть покрытия толстый слой толщиной 10 см из смеси типа Б.

Причем укладка слоя в 3 см и его предварительное уплотнение одним самоходным пневмокотком GPW15 фирмы Hamt (Германия) производились на повышенных скоростях (скорость асфальтоукладчика в пределах 3–4 м/мин, скорость пневмокотка – 6–7 км/ч).

На заключительной фазе укатки более полезно и продуктивно использовать либо статический пневмокоток, либо каток с обрезиненными вальцами. Последний предпочтительнее, так как он создает более высокое контактное давление (до 9–10 кгс/см², у пневмокотка – не более 5–6 кгс/см²), что очень важно для заключительного этапа уплотнения.

Исследования показали, что, уплотнение слоев асфальтобетонной смеси толщиной более 10 см следует начинать самоходными катками на пневматических шинах, а заканчивать – гладковальцовыми металлическими: двухосными двухвальцовыми или трехосными трехвальцовыми. Такой режим уплотнения обеспечивает требуемую ровность слоя [14].

При укладке слоя асфальтобетонной смеси толщиной от 10 до 20 см необходима установка боковых упоров, предотвращающих раскатывание и разрушение кромки слоя. В качестве боковых упоров наиболее целесообразно использовать присыпные обочины и бортовые камни, а также рельс формы или деревянные брусья прямоугольного сечения, высота которых должна быть равна толщине укладываемого слоя.

Брусья помещают на основание и фиксируют их положение с внешней стороны штырями (по два штыря на брус длиной 4–5 м).

Упоры устанавливаются по ходу движения укладчиков на 0,4–0,5 длины сменной захватки.

Рекомендуется принимать следующие рабочие скорости движения катков: на пневматических шинах – 6–10 км/ч, гладковальцовых – 4–5 км/ч, вибрационных – до 3 км/ч.

Минимальная длина частного потока уплотняющих машин при устройстве асфальтобетонных покрытий не должна быть меньше 4–5 длин катка (чтобы исключить большое число сдвигов смеси при разгоне и торможении катка), что соответствует 20–25 м.

Например, при строительстве автомобильной дороги М-20 «Санкт-Петербург – Псков – Пустошка – Невель» до границы с Республикой Беларусь на участке обхода г. Луга были установлены длины захваток в условиях укладки асфальтобетонного покрытия при пониженных и в том числе отрицательных температурах воздуха [16].

Технология устройства верхнего слоя основания (толщиной 9 см) и нижнего слоя покрытия (толщиной 6 см) шириной 4,5 м назначалась с учетом интервала пониженных температур воздуха до $-1...-5^{\circ}\text{C}$.

Перед началом работ было определено время остывания слоя асфальтобетонного покрытия (табл. 1.1) с учетом данных номограммы из «Методических рекомендаций по строительству асфальтобетонных покрытий при пониженных положительных и отрицательных (до минус 10°C) температурах воздуха» [4, 5].

Таблица 1.1

Толщина слоя, м	Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	Время остывания слоя T , мин
0,06	+6...+9	35...36
	+1...+5	25...27
	0...-5	17...20
0,09	+6...+9	40...45
	+1...+5	35...40
	0...-5	30...33

Отрицательные температуры воздуха требовали быстрой укладки асфальтобетонной смеси на минимально необходимой длине захватки (не менее 75–80 м) для нормальной работы отряда катков и не менее быстрой укладки асфальтобетона.

По указанному в таб. 1.1 времени остывания многощелебнистой смеси от 130–125°C (начало укатки) до 70–65°C (конец укатки) и с учетом производительности асфальтобетонного завода равной 160 т/ч была установлена скорость асфальтоукладчика (V , м/мин) и длина захватки (L , м) для эффективной работы трех катков (табл. 1.2).

Табл. 1.2 показывает, что при непрерывной подаче к асфальтоукладчику асфальтобетонной смеси в количестве 160 т/ч и укладке слоя толщиной 6 см и 9 см (шириной 4,5 м) отряд катков обеспечивал качественное уплотнение конструктивных слоев из асфальтобетона с требуемым коэффициентом уплотнения при температуре воздуха выше 0°C.

Таблица 1.2

Температура воздуха, °С	Толщина слоя 6,0 см			Толщина слоя 9,0 см		
	Время остывания смеси, мин	$B = 4,5$ м		Время остывания смеси, мин	$B = 4,5$ м	
		Скорость укладчика, м/мин	Длина захватки, м		Скорость укладчика, м/мин	Длина захватки, м
+6...9	35	3,9	135	40	2,6	105
+1...5	25		95	35		90
0...-5	17		65	30		75
min	–	2,0	75	–	2,0	75

При температуре воздуха ниже 0°C время остывания смеси в слое толщиной 0,06 м составляло менее 17 мин. За это время асфальтоукладчик успевает подготовить захватку длиной 65 м, чего недостаточно для эффективной работы трех катков.

Поэтому укладка нижнего слоя покрытия толщиной 0,06 м при температуре воздуха ниже 0°C не применялась.

Время остывания смеси в слое толщиной 0,09 м при температуре от 0 до –5°C составляло не менее 30 мин. За это время асфальтоукладчик успевал подготовить захватку не менее 75 м, и отряд из 3-х катков успевал выполнить работу по уплотнению слоя в необходимом интервале температур.

Состав отряда для укладки асфальтобетонных слоев в условиях пониженных температур воздуха при строительстве автомобильной дороги М-20 «Санкт-Петербург – Псков – Пустошка – Не-

вель» до границы с Республикой Беларусь на участке обхода г. Луга приведен в табл. 1.3.

Таблица 1.3

№ п/п	Наименование оборудования	Количество, шт.	
		Укладка слоя $h = 0,09$ м; $B = 4,5$ м	Укладка слоя $h = 0,06$ м; $B = 4,5$ м
1	Щетка на базе трактора	1	1
2	Автогудронатор	1	1
3	Перегрузчик Shuttle Buggy SB – 2500	1	1
4	Асфальтоукладчик Vogeles 2500 (1900)	1	1
5	Виброкаток Hamm HD 75	1	1
6	Виброкаток Дунарас СС 422	1	1
7	Статический каток Дунарас СС142	1	1
8	Поливомоечная машина (для заправки катков)	1	1
9	Фронтальный погрузчик Volvo L45	1	1
10	Заливщик швов	1	1

В состав работ по устройству нижнего слоя покрытия из горячей крупнозернистой пористой асфальтобетонной смеси марки I толщиной 0,06 м и верхнего слоя основания из горячей крупнозернистой пористой асфальтобетонной смеси марки I толщиной 0,09 м входили следующие технологические операции:

- разбивочные работы;
- очистка нижележащего слоя от пыли и грязи;
- обработка поверхности основания вяжущим;
- транспортировка и приемка на объекте асфальтобетонной смеси;
- укладка смеси;
- проверка ровности поверхности и поперечного профиля с исправлением дефектов;
- уплотнение смеси.

Разбивка слоя покрытия производилась на участке равном длине полосы укладки, укладываемой за один проход. Очистка нижележащего слоя от пыли и грязи осуществляется механическими щетками.

Подгрунтовка основания 60%-ной битумной эмульсией производилась за 1–6 ч до начала укладки, при этом температура эмуль-

сии должна была быть максимально допустимой. При отрицательных температурах воздуха подгрунтовка производилась горячим жидким битумом.

При устройстве подгрунтовки контролировались: равномерность распределения битумной эмульсии, ее температура и норма расхода.

Транспортирование асфальтобетонной смеси к месту укладки производилась автомобилями – самосвалами.

При доставке асфальтобетонной смеси к укладчику, вне зависимости от погодных условий, она подвергалась гранулометрической и температурной сегрегации (расслоению). Для ликвидации гранулометрической и температурной сегрегации применялся перегрузчик асфальтобетонной смеси Shuttle Buggy SB – 2500 (емкость 25 т).

Смесь из автомобилей-самосвалов выгружалась в перегружатель, где перемешивалась до однородного состояния, разогревалась и подавалась в бункер асфальтоукладчика бесконтактно скребковым транспортером.

Укладка асфальтобетонной смеси производилась гусеничным асфальтоукладчиком Vogele Super, уплотняющие рабочие органы которого работали в следующем режиме: частота оборотов валов трамбующего бруса 1000–1400 об/мин; вала вибратора плиты 2500–3000 об/мин. На старте укладчика под подошву плиты подкладывался брусок равный толщине слоя в неуплотненном состоянии.

Для обеспечения хорошего сопряжения смежных полос производился разогрев кромки ранее уложенной полосы с помощью инфракрасных излучателей.

При окончании укладки смеси на установленной полосе слой ее клинообразно утончался. При возобновлении работ клинообразная часть слоя обрубалась вертикально по рейке или шнуру в направлении, перпендикулярном оси дороги. Толщина покрытия в местах обрубки была не менее проектной.

Для образования качественного поперечного стыка в месте обрубки слоя вертикальная грань ранее уложенного слоя смазывалась битумом и на это место устанавливалась плита асфальтоукладчика.

Уплотнение асфальтобетонной смеси начиналось при температуре не менее 125°С во избежание образования дефектов и неровностей на покрытии в процессе его укатки. В целях повышения прочности покрытия смесь уплотнялась до получения наибольшей плотности в период, пока смесь не остыла ниже 70°С.

Уплотнение смеси начиналось продольными проходами катка от края полосы с постепенным смещением проходов к кромке, обращенной к оси дороги, при этом следили, чтобы вальцы катка не приближались к ней менее чем на 100 мм. Оставшаяся неуплотненная полоса укатывалась позднее.

Подкатка производилась ведущими вальцами вперед, с перекрытием предыдущего следа на 20–30 см, возвратно-поступательным движением по одной и той же полосе. Смена полосы всегда производилась на ранее уплотненной полосе во избежание появления следов на слое. Каток двигался без остановки на уплотняемом слое и без переключения передач.

Первые проходы при уплотнении следующей полосы выполнялись по продольному сопряжению с ранее уложенной полосы, при этом каток двигался вперед ведущими вальцами.

При укладке конструктивных слоев смежными полосами качество сопряжения вновь укладываемой горячей полосы с холодной кромкой ранее уложенной полосы обеспечивалось следующими технологическими мероприятиями:

- использованием газового инфракрасного терморазогревателя фирмы Abakus (Германия), который прогревал кромку холодной полосы до 90–120°С на глубину 1,0–1,5 см так, что фактически стыковка двух полос происходила не горячего асфальтобетона по холодному, а горячего по горячему;

- уплотнение вновь уложенного асфальтобетона у такого шва осуществлялось специально выделенным гладковальцовым катком, чем и достигалась высокая плотность асфальтобетона у шва и необходимая прочность самого шва, исключая появление дефектов и разрушений [16].

Вопросы и задания для самопроверки

1. Назовите недостатки существующей технологии устройства асфальтобетонных покрытий в условиях пониженной температуры воздуха.
2. Назовите минимальную температуру воздуха согласно СП 78.13330.2012, при которой допускается устройство асфальтобетонных покрытий.
3. Перечислите условия, при которых разрешается согласно СП 78.13330.2012 производить работы с использованием горячих асфальтобетонных смесей при температуре не ниже 0°C.
4. Что необходимо предусматривать при пониженных температурах воздуха (до -10°C) при укладке горячих асфальтобетонных смесей?
5. Что производится для снижения теплотерь и обеспечения необходимого сцепления слоя покрытия с основанием или нижним слоем покрытия в условиях пониженной температуры воздуха?
6. Какие битумы, поверхностно-активные вещества и низкомолекулярные сополимеры рекомендуется применять для приготовления асфальтобетонных смесей, используемых в условиях отрицательных температур воздуха?
7. Какие факторы влияют на увеличение продолжительности укладки горячей асфальтобетонной смеси при пониженной температуре воздуха?
8. Назовите основные направления по устройству качественных асфальтобетонных покрытий при пониженной температуре воздуха.
9. Опишите технологии методов «горячее по горячему», и «компакт-асфальт».
10. Как влияет толщина устраиваемого слоя асфальтобетона на процесс укладки и уплотнения при пониженной температуре воздуха?
11. Как обеспечивается качество сопряжения вновь укладываемой горячей полосы с холодной кромкой ранее уложенной полосы асфальтобетонного слоя?

2. ТРЕБОВАНИЕ К МАТЕРИАЛАМ ПРИ УСТРОЙСТВЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ В УСЛОВИЯХ ПОНИЖЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

2.1. Асфальтобетонные и полимерасфальтобетонные смеси, применяемые при устройстве дорожных покрытий и оснований в условиях пониженной температуры воздуха

Асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, щебеночно-мастичные и полимерщебеночномастичные смеси (далее смеси), применяемые в условиях пониженной температуры воздуха, должны соответствовать требованиям ГОСТ 9128-2009, ГОСТ 9128-2013, ГОСТ 31015-2002, ПНСТ 114-2016, ПНСТ 127-2016, ПНСТ 183-2016 и ПНСТ 184-2016.

Горячие асфальтобетонные смеси (с использованием вязких нефтяных дорожных битумов) и полимерасфальтобетонные смеси применяют непосредственно после приготовления при температуре смеси не ниже указанной в нормативных документах (ГОСТ 9128-2013, табл.8 и табл. 17; ГОСТ 31015-2002, табл. 3; ПНСТ 183-2016, п. 5.3.1 и ПНСТ 184-2016, п. 5.3).

Рекомендуется использовать высокощебенистые смеси: высокоплотные, плотные типов А и Б (тип Б рекомендуется использовать с содержанием щебня по верхнему пределу – до 50%) по ГОСТ 9128, I, II марок и классам асфальтобетонов по истираемости – II, III (ПНСТ 184-2016, прил. В).

Согласно ПНСТ 184-2016 применяются следующие типы асфальтобетонных смесей:

– для верхнего слоя покрытия: А22ВТ; А22ВН; А16ВТ; А16ВН; А16 ВЛ;

– для нижнего слоя покрытия: А32НТ; А32НН; А22НТ; А22НН; А16НТ; А16НН.

Согласно ПНСТ 183-2016 применяются ЩМА типов: ЩМА-22, ЩМА-16, ЩМА-11.

По ГОСТ 31015-2002 применяются ЩМА типов: ЩМА-10, ЩМА-15, ЩМА-20.

Горячие асфальтобетонные смеси (с использованием вязких нефтяных дорожных битумов) применяют непосредственно после приготовления при температуре смеси не ниже 140°C.

Применение особых разновидностей асфальтобетонов, (литые, щебеночно-мастичные и др.) в каждом конкретном случае должно быть обосновано технико-экономическими расчетами.

В соответствии с требованиями ГОСТ 9128-2009 асфальтобетонные смеси должны приготавливаться по технологическому регламенту, утвержденному в установленном порядке предприятием-изготовителем.

Для приготовления горячих асфальтобетонных смесей (в условиях их использования при пониженных температурах воздуха) применяют битумы нефтяные дорожные вязкие, отвечающие требованиям ГОСТ 22245, а также модифицированные, полимерно-битумные вяжущие и другие битумы и битумные вяжущие с улучшенными свойствами по технической документации, согласованной в установленном порядке.

Следует применять битумы БНД 90/130, БНД 130/200, БНД 200/300 взамен БНД 60/90 и БНД 40/60, а также поверхностно-активные вещества и низкомолекулярные сополимеры.

Для битумов марок БН не нормируется такое важное свойство, как растяжимость (дуктильность) при 0°C, от которого зависит трещиностойкость асфальтобетона. Асфальтобетоны на битумах марок БН менее устойчивы к воздействию климатических факторов и, прежде всего, отрицательной температуре. Поэтому для горячих асфальтобетонных смесей марок I, II, в условиях пониженных температур воздуха, целесообразно применять битумы только марок БНД.

При разработке рецепта рекомендуется увеличить количество вяжущего для обеспечения коэффициента водонасыщения асфальтобетона на нижнем допустимом пределе.

Зерновые составы минеральной части смесей и асфальтобетонов (в процентах по массе) должны соответствовать требованиям, ус-

тановленным ГОСТ 9128-2009 (п. 5.1.3, табл. 2 – для нижних слоев покрытий и оснований; в табл. 3 – для верхних слоев покрытий).

Для приготовления асфальтобетонных смесей следует применять щебень из естественного камня, получаемый дроблением горных пород, по ГОСТ 8267, щебень из шлаков по ГОСТ 3344, а также гравий по ГОСТ 8267. Допускается применять щебень и гравий, выпускаемые по зарубежным нормам, при условии соответствия их качества требованиям ГОСТ 9128-2013.

Не допускается применять щебень из глинистых (мергелистых) известняков, глинистых песчаников и глинистых сланцев.

Гравий получают разгрохоткой по фракциям песчано-гравийных смесей по ГОСТ 8267.

В асфальтобетонных смесях следует применять щебень или гравий следующих фракций: от 5 до 10 мм, св. 10 до 20 (15) мм, св. 20 до 40 мм, а также смеси указанных фракций.

В соответствии с существующими в настоящее время представлениями щебень (гравий) рассматривается как структурообразующий элемент, который образует жесткий пространственный каркас, обеспечивающий прочностные свойства асфальтобетона. Согласно действующему стандарту, содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм в щебне (гравии) должно быть не более 15% по массе для смесей типа А и высокоплотных; не более 25% – для смесей типов Б.

Гравийно-песчаные смеси по зерновому составу должны соответствовать требованиям ГОСТ 23735, гравий и песок, входящие в состав этих смесей – ГОСТ 8267 и ГОСТ 8736 соответственно.

Для приготовления асфальтобетонных смесей применяют пески – природные, дробленые, фракционированные и пески из отсеков дробления, отвечающие требованиям ГОСТ 8736 и ГОСТ 31424. Допускается поставка смеси природного и дробленого песков.

Свойства асфальтобетона зависят от формы песчаных частиц. Речной песок имеет окатанную поверхность, а горный и дробленый – острогранную. Использование песка с острогранной поверхностью способствует лучшему сцеплению битума с каменным материалом,

повышению сдвигоустойчивости и шероховатости асфальтобетонных покрытий. Поэтому при приготовлении асфальтобетонных смесей для использования их в условиях пониженных температур воздуха целесообразно использовать смесь природного песка с песком из отсевов дробления, что допустимо ГОСТ 8736 и ГОСТ 9128.

Показатели физико-механических свойств высокоплотных и плотных асфальтобетонов в зависимости от марок смеси и дорожно-климатической зоны должны соответствовать данным ГОСТ 9128-2009 (п. 5.1.3, табл. 4).

Водонасыщение плотных и высокоплотных асфальтобетонов должно соответствовать данным, указанным в ГОСТ 9128-2009 (п. 5.1.4, табл. 5).

Пористость минерального остова из горячих смесей должна быть:

- высокоплотных – не более 16%;
- плотных типов А и Б от 14 до 19%.

При подборе составов асфальтобетонных смесей, в условии их использования при пониженных температурах воздуха, необходимо ориентироваться на зерновые составы, характеризующиеся лучшей уплотняемостью при устройстве дорожного покрытия, и придерживаться нижних показателей остаточной пористости и водонасыщения асфальтобетона. Это обеспечит нормы сдвигоустойчивости на уровне требований стандартов.

Асфальтобетонные смеси должны выдерживать испытания на сцепление битумов с поверхностью минеральной части согласно ГОСТ 12801.

Смеси должны быть однородными. Абсолютное значение отклонения содержания битума в смеси от проектного не должно превышать $\pm 0,5\%$ по массе.

Полимерасфальтобетонные смеси классифицируют по различным признакам согласно ГОСТ 9128-2013.

Для устройства полимерасфальтобетонных слоев дорожных покрытий следует применять щебеночные мелкозернистые смеси I и II марок.

Полимерасфальтобетон, используемый при строительстве дорожных покрытий в условиях пониженной температуры воздуха, в зависимости от значения остаточной пористости используется:

- высокоплотный – с остаточной пористостью от 1,0 до 2,5%;
- плотный – с остаточной пористостью от 2,5 до 4,0%.

Полимерасфальтобетоны, в зависимости от содержания в них щебня, следует применять следующих типов:

- высокоплотный – с содержанием щебня св. 50 до 65% (допускается содержание щебня до 70%);
- плотный, следующих типов:
 - А – с содержанием щебня св. 50 до 60%;
 - Б – с содержанием щебня св. 40 до 50%.

Смеси должны выдерживать испытание на сцепление ПБВ с поверхностью минеральной части в соответствии с ГОСТ 12801 и быть однородными.

Однородность горячих полимерасфальтобетонных смесей оценивается коэффициентом вариации предела прочности полимерасфальтобетона при сжатии при температуре 50°С.

При строительстве асфальтобетонных покрытий в условиях пониженных температур воздуха необходимо обеспечить следующие основные требования, предъявляемые к ним:

- прочность;
- надежность и долговечность;
- требуемую ровность;
- шероховатость, создающую хорошее сцепление колес автомобиля с покрытием;
- трещино- и морозостойкость;
- водонепроницаемость;
- стойкость против действия топлива и смазочных материалов;
- беспыльность поверхности;
- простоту ухода за покрытием при содержании и ремонте;
- ремонтпригодность покрытий;
- экономичность и технологичность строительства при максимальной механизации работ.

Рекомендуемая ГОСТ 9128 область применения асфальтобетонов при устройстве верхних слоев покрытий автомобильных дорог в условиях пониженных температур воздуха приведена в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Дорожно-климатическая зона	Вид асфальтобетона	Категория автомобильной дороги					
		I, II		III		IV	
		Марка смеси	Марка битума	Марка смеси	Марка битума	Марка смеси	Марка битума
I	Плотный и высокоплотный	I	БНД 90/130 БНД 130/200 БНД 200/300	II	БНД 90/130 БНД 130/200 БНД 200/300	III	БНД 90/130 БНД 130/200 БНД 200/300
II, III	Плотный и высокоплотный	I	БНД 90/130 БНД 130/200	II	БНД 90/130 БНД 130/200 БНД 200/300	III	БНД 90/130 БНД 130/200 БНД 200/300
IV, V	Плотный	I	БНД 40/60 БНД 60/90	II	БНД 40/60 БНД 60/90 БНД 90/130	III	БНД 40/60 БНД 60/90 БНД 90/130

Рекомендуемые области применения ПБВ разных марок и полимерасфальтобетонов (ПАБ) при устройстве слоев покрытий автомобильных дорог, представлены в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Дорожно-климатическая зона	Вид полимерасфальтобетона	Категория автомобильной дороги			
		I, II		III	
		Марка смеси	Марка вяжущего	Марка смеси	Марка вяжущего
I	Высокоплотный и плотный	I	ПБВ 130 ПБВ 200 ПБВ 300	II	ПБВ 130 ПБВ 200 ПБВ 300
II, III	Высокоплотный и плотный	I	ПБВ 60 ПБВ 90 ПБВ 130	II	ПБВ 60 ПБВ 90 ПБВ 130
IV, V	Плотный	I	ПБВ 40 ПБВ 60	II	ПБВ 40 ПБВ 60

2.2. Применение модифицирующих добавок и активированных минеральных порошков для приготовления асфальтобетонных смесей при пониженной температуре воздуха

Для обеспечения качества смесей в слоях покрытия и основания дорожных одежд, устроенных при пониженной температуре воздуха, рекомендуется применять активированные минеральные порошки, специальные добавки ПАВ и низкомолекулярные сополимеры. В качестве ПАВ рекомендуется использовать катионные ПАВ.

Адгезионные добавки, относящиеся к классу ПАВ двойного действия с активными аминогруппами, позволяют обеспечить хорошую удобоукладываемость и уплотнение смесей до требуемой плотности и показателя водонасыщения при пониженной температуре воздуха.

Введение адгезионных добавок с активными аминогруппами обеспечивает транспортирование смесей на большие расстояния в условиях пониженной температуры воздуха.

Норма расхода добавок должна устанавливаться производителем добавки и уточняться при лабораторных испытаниях асфальтобетонных смесей.

Использование в смесях специальных добавок позволяет:

- снизить температуру укладки и уплотнения асфальтобетонной смеси и увеличить дальность ее возки без ущерба качества;
- улучшить обволакиваемость зерен минерального материала битумным вяжущим;
- повысить однородность, удобоукладываемость и уплотняемость смесей при устройстве оснований и покрытий в условиях пониженной температуры воздуха;
- повысить коррозионную стойкость асфальтобетонов, не ухудшая другие показатели качества.

В случае применения специальных добавок в рецепте должна быть указана температура приготовления смеси и температура уплотнения смеси.

Для повышения удобоукладываемости асфальтобетонных смесей, трещиностойкости и сдвигоустойчивости асфальтобетонных покрытий рекомендуется использовать полимерно-битумные вяжущие (ПБВ).

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 52056 ПБВ относят к классу эластомеров, поэтому они отличаются от битумов высокой эластичностью (более 70%), которая сохраняется и при низких температурах. ПБВ отличаются от битумов более низкой температурой хрупкости и более высокой температурой размягчения.

Для приготовления ПБВ могут быть использованы компоненты с соответствующим теоретическим, экспериментальным обоснованием и производственным апробированием при условии, что получаемое в результате ПБВ отвечает требованиям ГОСТ Р 52056 (табл. 2.3).

Таблица 2.3

№ п/п	Наименование показателя	Нормы по маркам					
		ПБВ300	ПБВ200	ПБВ130	ПБВ90	ПБВ60	ПБВ40
1	Глубина проникания иглы, 0,1 мм, не менее: – при 25°C – при 0°C	300	200	130	90	60	40
		90	70	50	40	32	25
2	Температура размягчения по кольцу и шару, °C не ниже	45	47	49	51	54	56
3	Растяжимость, см не менее: – при 25°C – при 0°C	30	30	30	30	25	15
		25	25	20	15	11	8
4	Температура хрупкости, °C не выше	–40	–35	–30	–25	–20	–15
5	Эластичность, % не менее: – при 25°C – при 0°C	85	85	85	85	80	80
		75	75	75	75	70	70
6	Изменение температуры размягчения после прогрева, °C не более	7	7	6	6	5	5
7	Температура вспышки, °C не ниже	220	220	220	220	230	230
8	Однородность	Однородно					

В качестве пластификатора используют индустриальное масло марок И-20А, И-30А, И-40А, И-50А по ГОСТ 20799, сырье для производства нефтяных вязких дорожных битумов по ТУ 38 101582 или смеси масла и сырья. Техническая характеристика индустриального масла, используемого при получении ПБВ, должна соответствовать показателям свойств, полученным на предприятии или данным производителя масла.

Другим направлением повышения качества асфальтобетона для устройства слоев покрытия и основания при пониженных температурах воздуха является применение активированных минеральных порошков.

Пониженная пористость таких порошков способствует снижению на 10–20% битумоемкости асфальтобетона. Активированные минеральные порошки менее склонны к агрегированию, что способствует их лучшему смачиванию и перемешиванию с битумом. В целом активированные порошки позволяют получить асфальтобетон с более однородной и плотной структурой.

В качестве активирующих веществ, используемых для производства активированных порошков, применяют:

- анионные ПАВ типа высших карбоновых кислот (госсиполовая смола, жировой гудрон, окисленный петролатум, синтетические жирные кислоты и др.), соответствующие установленным в нормативной документации требованиям;

- катионные ПАВ типа аминов, диаминов или их производных, соответствующие установленным в нормативной документации требованиям;

- нефтяной битум по ГОСТ 22245.

В качестве ПАВ, согласно «Руководству по применению поверхностно-активных веществ при строительстве асфальтобетонных покрытий» [12], рекомендуется использовать катионные ПАВ: «Амдор-9», «Дорос-АП», «БП-3М», «INTERLOW-T».

Адгезионные добавки относятся к классу ПАВ двойного действия с активными аминогруппами. В последнее время широкое применение нашли адгезионные добавки Rediset WMX и Rediset LQ, которые по-

зволяют обеспечить хорошую удобоукладываемость и уплотнение асфальтобетонной смеси с требуемой плотностью при пониженных температурах воздуха.

Введение добавки обеспечивает транспортирование асфальтобетонной смеси на большие расстояния в условиях пониженных температур воздуха.

Rediset WMX – многофункциональная добавка, сыпучая, гранулированная в виде чешуек, без запаха, а Rediset LQ – жидкая, в виде раствора. По своему воздействию на органическое вяжущее и смеси на их основе добавки Rediset WMX и Rediset LQ аналогичны другим ПАВ двойного действия, но характеризуются рядом преимуществ. Добавки позволяют **снизить температуру при приготовлении, укладке и уплотнении смеси на 20–40°C**, обеспечивая при этом хорошую технологичность, что очень важно в условиях укладки при пониженных температурах воздуха.

Добавки Rediset WMX и Rediset LQ снижают остаточную пористость асфальтобетона не менее чем на 1%.

Смеси, приготовленные с добавками Rediset, отвечают требованиям по водостойкости без необходимости использования дополнительных жидких адгезионных добавок, а также активаторов известии или цемента. Рекомендуемая дозировка добавки Rediset WMX колеблется в пределах 0,5–3,0% от массы вяжущего.

Так, для улучшения уплотнения асфальтобетонной смеси расход Rediset WMX составляет 0,5–1,0%. Для снижения температуры приготовления и уплотнения смеси ЩМА расход Rediset WMX составляет 1,5–2,0%, для улучшения удобоукладываемости (если смесь укладывать вручную) – 2,0–3,0%.

По данным компании «AkzoNobel», использование асфальтобетонных смесей модифицированных добавкой Rediset LQ позволяет улучшить показатели прочности при растяжении по сравнению с обычным асфальтобетоном. Асфальтобетонное покрытие с использованием Rediset LQ обладает высокой водостойкостью.

Особое значение для водостойкости асфальтобетонных покрытий имеют адгезионные явления, т.е. прочность сцепления каменных материалов с органическими вяжущими.

Результаты испытаний по влиянию добавки Rediset WMX на адгезию с минеральными материалами асфальтобетонной смеси показывают, что сцепление с материалами улучшается в зависимости от концентрации добавки [14].

Совместное использование в асфальтобетонной смеси адгезионной и полимерной добавок позволяет качественно улучшить свойства битума. Качественные показатели свойств битума БНД 130/200 представлены в табл. 2.4, качественные показатели свойств модифицированного битума БНД 130/200 (ПБВ 130) – в табл. 2.5.

Таблица 2.4

№ п/п	Наименование показателя	Результаты испытания	Требования ГОСТ 22245, марка БНД 130/200
1	Глубина проникания иглы, °П (0,1 мм), – при 25°С – при 0°С	140 36	131–200 не менее 35
2	Температура размягчения по кольцу и шару, °С	43	не ниже 40
3	Растяжимость, см: – при 25°С – при 0°С	112 8,9	не менее 70 не менее 6,0
4	Температура хрупкости, °С	–20	не выше –18
5	Температура вспышки, °С	234	не ниже 220
6	Изменение температуры размягчения после прогрева, °С	3,0	не более 6,0
7	Испытание на сцепление (ГОСТ 11508-74): – мрамор – песок – доломит	Соотв. контр, обр. № 1 Соотв. контр, обр. № 2 Соотв. контр, обр. № 1	Соотв. обр. № 1 Соотв. обр. № 2 Соотв. обр. № 1
8	Индекс пенетрации	–0,34	От –1,0 до +1,0

Так, при введении термоэластопласта СБС Р 30-00А в количестве 3,5%, индустриального масла И-40А – 12% и добавки Rediset WMX – 1,0% обеспечивается увеличение температуры размягчения битума с 43°С до 67°С; температуры хрупкости от –20°С до –39°С, что позволяет обеспечить хорошую удобоукладываемость и уплотнение асфальтобетонной смеси с требуемой плотностью при пониженных температурах воздуха.

Таблица 2.5

№ п/п	Наименование показателя	Результаты испытания	Требования ГОСТ Р 52056, марка ПБВ 130
1	Степень однородности материала	Однородный без включений	Однородный без включений
2	Глубина проникания иглы, °П (0,1 мм): – при 25°С – при 0°С	138 58	Не менее 130 Не менее 50
3	Температура размягчения по кольцу и шару, °С	67	Не менее 49
4	Растяжимость, см: – при 25°С – при 0°С	55 42	Не менее 30 Не менее 20
5	Температура хрупкости, °С	–39	Не выше -30
6	Изменение температуры размягчения после прогрева, °С	4	Не более 6
7	Эластичность, %: – при 25°С – при 0°С	90 80	Не менее 85 Не менее 75
8	Испытание на сцепление с доломитовым щебнем (ГОСТ 12801-98)	Отличное (пять баллов)	–
9	Температура вспышки, °С	231	Не ниже 220

Примечание. Состав полимерно-битумного вяжущего, % по массе:
– битум нефтяной дорожный вязкий БНД 130/200 (П25 = 140) – 83,5%;
– термоэластопласт СБС Р 30-00А – 3,5%;
– индустриальное масло И-40А – 12%;
– добавка Rediset WMX – 1,0%.

Вопросы и задания для самопроверки

1. Назовите нормативные документы, требованиям которых должны соответствовать асфальтобетонные смеси, применяемые в условиях пониженной температуры воздуха.
2. Какие типы асфальтобетонных смесей рекомендуется использовать для устройства асфальтобетонных слоев при пониженной температуре воздуха?
3. Назовите марки битумов, которые следует применять для приготовления горячих асфальтобетонных смесей, применяемых в условиях пониженной температуры воздуха.
4. Требованиям каких документов должны соответствовать зерновые составы минеральной части смесей и асфальтобетонов, применяемых в условиях пониженной температуры воздуха?
5. Какие основные требования необходимо обеспечить при строительстве асфальтобетонных покрытий в условиях пониженных температур воздуха?
6. Какие модифицирующие добавки используют для приготовления асфальтобетонных и других видов смесей и что они обеспечивают в условиях устройства покрытий при пониженной температуре воздуха?
7. Что применяют в качестве активирующих веществ, используемых для производства активированных порошков?

3. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПРИ УСТРОЙСТВЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ В УСЛОВИЯХ ПОНИЖЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

3.1. Подготовка асфальтобетонных заводов в условиях работы при пониженной температуре воздуха

Для обеспечения непрерывной работы асфальтобетонного завода (далее АБЗ) в условиях пониженной температуры воздуха рекомендуется:

- произвести предварительное рыхление щебня и песка;
- очистить питатели, утеплить битумопроводы, пневмопроводы, дозатор битума;
- дополнительно смазать венцовую шестерню, ролики сушильного барабана и подшипники грохота;
- уплотнить затворы на дозаторах и проверить работу вибротечек;
- выдать рецепт оператору о выпуске смеси соответствующей температуры;
- предусмотреть выдачу смесей в утепленный бункер-накопитель, отгружать смеси в автомобили – самосвалы, оборудованные пологом;
- обеспечить минимальное время их доставки.

При работе в условиях отрицательной температуры воздуха преимущества следует отдавать АБЗ с пылеулавливающей установкой, обеспечивающей сухую очистку газа.

Чтобы предотвратить образование конденсата и обеспечить бесперебойную работу пылеулавливающей установки и дымососа, их необходимо изолировать теплоизоляционными материалами (шлаковой ватой и т.п.).

При приготовлении асфальтобетонных смесей в период пониженных температур воздуха управление отдельными узлами технологического оборудования АБЗ следует осуществлять с помощью гидравлических систем. Пневмоцилиндры со сжатым воздухом необходимо заключать в кожухи с дополнительным обогревом.

Для обеспечения бесперебойной работы сушильного барабана распыление топлива в форсунке надлежит осуществлять с помощью пара.

В конце смены бункеры должны быть очищены от остатков минеральных материалов. Во время простоя и в конце смены должны быть укрыты бункеры с инертными материалами для защиты от попадания осадков.

Сменный запас минеральных материалов целесообразно складывать под крытым навесом.

Чтобы улучшить условия труда, снизить теплопотери и повысить качество приготовления асфальтобетонных смесей, особенно в северных районах страны, сушильные и смесительные агрегаты установок следует размещать в крытых помещениях, оборудованных приточно-вытяжной вентиляцией и средствами пожаротушения.

Количество асфальтобетонной смеси, выпускаемой АБЗ в смену, должно обеспечивать непрерывную работу асфальтоукладчика с заданным темпом ее укладки в покрытие.

Исходя из необходимого количества смеси в смену и принимая во внимание, что продолжительность последней равна 8,2 ч, а коэффициент внутрисменного использования машинного времени и коэффициент использования рабочего времени соответственно равны 0,9 и 0,85 (вследствие простоев по организационным причинам и метеоусловиям), следует производить выбор асфальтосмесителей определенной часовой производительности (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Потребное количество смеси, т	155	200	315	630	1260
Паспортная производительность смесителя, т/ч	25	32	50	100	200

При отрицательных температурах воздуха целесообразно использовать асфальтосмесительные установки с накопительными бункерами вместимостью, не превышающей часовую производительность АБЗ.

3.2. Подготовка основания перед укладкой асфальтобетонных смесей

Перед устройством асфальтобетонного покрытия необходимо подготовить основание согласно СП 78.13330.2012:

- выполнить плановую и высотную разбивку слоя покрытия;
- произвести очистку поверхности основания.

Разбивку слоя покрытия проводят на участке равном длине полосы укладки.

Для снижения теплотерь и обеспечения необходимого сцепления слоя покрытия с основанием перед устройством асфальтобетонного покрытия в условиях пониженной температуры воздуха необходимо очистить поверхность основания от снега и льда, пыли и грязи, а также осуществить его просушку, исключив перегрев (пережег) поверхности асфальтобетонного основания.

Предварительную очистку основания от уплотненного снега и льда рекомендуется выполнять с помощью автогрейдеров средних и тяжелых, а также плужными и плужно-щеточными снегоочистителями. При слое снега и льда более 4 см предварительную очистку рекомендуется вести в два приема: первичную грубую очистку – плужными и плужно-щеточными снегоочистителями, вторичную – ножом автогрейдера.

После предварительной очистки основания от льда и снега в ту же смену производят россыпь химикатов. Тип химических веществ и норму их расхода в зависимости от толщины слоя снега или льда назначают согласно табл. 3.2. В конце смены механическими щетками очищают основание от остатков растаявшего льда. Щетки рекомендуется применять из короткой стальной проволоки для повышения жесткости.

Для предотвращения появления на основании в осеннее время снежных и ледяных корок следует проводить предварительную обработку поверхности основания гидрофобным пленкообразующим материалом – битумом, закрыв участок для движения транспорта.

Таблица 3.2

Химическое вещество	Норма расхода, г/м ² , для таяния слоя толщиной 1 мм при температуре воздуха, °С	
	-5	-10
Хлористый натрий в виде поваренной соли или технические соли сильвинитовых отвалов	30/50	60/100
NaCl:CaCl ₂ = 92:8 (88:12)	35/55	65/110
Реагент ННХК (80–90% CaCl ₂ + 10–12% нитрата нитрита кальция)	50/90	90/160
Растворы:		
хлористого натрия (рассолы природные и искусственные или отходы производства)	110/200	220/390
хлористого кальция	100/170	170/300
хлористого магния	80/150	150/280

Примечание. В числителе в нормах расхода приведены данные для слоя уплотненного снега, в знаменателе – для льда.

Для удаления льда с поверхности основания взамен реагентов возможно применение терморазогревателей (газоструйных или с газовыми инфракрасными горелками).

Щебеночное основание можно также предохранить от переувлажнения заблаговременным розливом (в сухую погоду) жидкого или вязкого битума. Рекомендуемая норма расхода от 0,5 до 0,6 л/м². После этого основание должно быть закрыто для проезда.

Может быть использован метод прогрева основания с помощью природного песка, нагретого до температуры 170–180°С на АБЗ. Норма расхода песка от 15 до 25 кг/м². Перед укладкой асфальтобетонной смеси песок с помощью подметально-уборочной машины (КДМ) сметается на обочину.

При отрицательной температуре воздуха и неблагоприятных погодных-климатических условиях (наличие ветра со скоростью более 6 м/с, влаги, снега, наледей и т.п.) в состав отряда дорожных машин рекомендуется включать **терморазогреватель** – машину с горелками инфракрасного или иного типа излучения, используемую для подготовки основания (рис. 3.1) [4, 5].

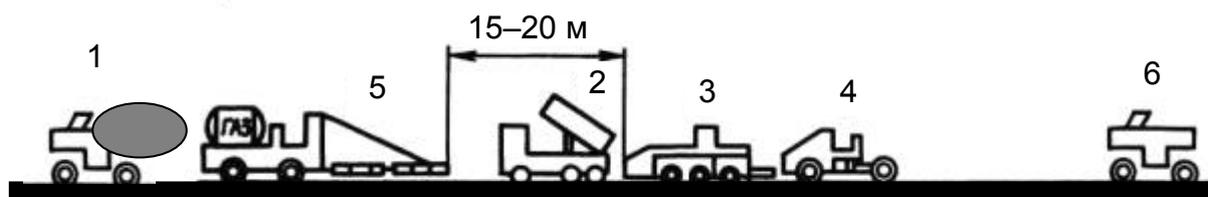


Рис. 3.1. Схемы нагрева основания при устройстве дорожного покрытия:
 1 – автогудронатор; 2 – автомобиль-самосвал; 3 – асфальтоукладчик;
 4 – каток гладковальцовый; 5 – терморазогреватель;
 6 – каток на пневматических шинах

Терморазогреватель является самоходной пневмоколесной машиной, содержащей цистерну со сжиженным газом, газопроводы, блоки газовых горелок инфракрасного излучения с системой управления интенсивностью излучения и положением горелок.

Помимо разогрева оснований (покрытий) при помощи горелок инфракрасного излучения, возможен разогрев горячим воздухом, нагретым до 600°С.

В качестве терморазогревателей с газовыми горелками инфракрасного излучения используют агрегаты предварительного разогрева дорожного покрытия («Wirtgen», «Kalottikone», Abakus и др., рис. 3.2).



Рис. 3.2. Терморазогреватель дорожного покрытия с газовыми горелками инфракрасного излучения

Для разогрева асфальтобетонных покрытий или оснований применяют терморазогреватель фирмы «Wirtgen», модели HM 4500, а фирмы «Kalottikone» – терморазогреватель модели Ecoheater.

Помимо разогрева оснований (покрытий) при помощи горелок инфракрасного излучения, применяют разогрев горячим воздухом. Технологию разогрева покрытия в процессе горячего рециклинга разработала фирма «Martech» (Канада), которая выпускает комплект дорожных машин модели AR 2000.

Ширину обрабатываемой полосы можно изменять в диапазоне 3,3–4,0 м при глубине разогрева до 50 мм и скорости движения комплекта 5–7 м/мин. Разогрев покрытия производят нагретым до 600°С сжатым воздухом.

Подогрев воздуха для проведения операции разогрева основания производят сжиганием газа или дизельного топлива.

Разогревающее устройство в виде герметичного кожуха плотно прижимают к поверхности основания.

В пространство между основанием и терморазогревателем, с одной стороны, нагнетают компрессором горячий воздух, а с другой – откачивают его вакуумным насосом. Откаченный горячий воздух снова поступает в компрессор, т.е. циркулирует по замкнутому контуру.

Данная технология разогрева способствует снижению потерь тепловой энергии по сравнению с применением горелок инфракрасного излучения, полностью исключает выгорание битума и пережог смеси, а также выделение выбросов газа, дыма и пыли в атмосферу.

Терморазогреватель включают в состав отряда дорожных машин по устройству асфальтобетонного покрытия. Скорость его передвижения должна соответствовать скорости движения асфальтоукладчика.

Дистанцию между терморазогревателем и асфальтоукладчиком принимают равной от 15 до 20 м.

При устройстве двухслойного асфальтобетонного покрытия целесообразно верхний слой покрытия укладывать сразу после нижнего, чтобы сохранить температуру последнего в пределах от 20 до 40°С и исключить операции по его очистке и дополнительному нагреву.

Перед укладкой асфальтобетонной смеси следует выполнять подгрунтовку основания. При положительной температуре воздуха подгрунтовку основания рекомендуется производить битумной эмуль-

сией ЭБК-1 по ГОСТ Р 52128, ЭБДК Б по ГОСТ Р 55420 или жидким битумом марки СГ-70/130 по ГОСТ 11955. При отрицательной температуре воздуха подгрунтовку производят жидким битумом марки СГ-70/130 по ГОСТ 11955, нагретым до температуры 130–150°С.

Обработка поверхности основания осуществляется с нормой расхода жидкого битума от 0,5 до 0,8 л/м². При условии применения битумной эмульсии 60% концентрации расход вяжущего составляет от 0,6 до 0,9 л/м² (п.12.3.2 СП 78.13330.2012).

Вопросы для самопроверки

1. Какие асфальтосмесительные установки целесообразно использовать при отрицательных температурах воздуха?

2. Что необходимо осуществить для снижения теплопотерь и обеспечения необходимого сцепления слоя покрытия с основанием перед устройством асфальтобетонного покрытия в условиях пониженной температуры воздуха?

3. При каких условиях в состав отряда машин по устройству асфальтобетонных покрытий при пониженной температуре воздуха рекомендуется включать терморазогреватель?

4. Чем производится подгрунтовка основания перед укладкой асфальтобетонной смеси при положительной и отрицательной температурах воздуха?

4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕБУЕМЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПРИ ПРИГОТОВЛЕНИИ, ТРАНСПОРТИРОВАНИИ И УКЛАДКЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ В УСЛОВИЯХ ПОНИЖЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

4.1. Требуемые температурные интервалы при доставке асфальтобетонной смеси к месту укладки в условиях пониженной температуры воздуха

Одной из главных особенностей устройства асфальтобетонных покрытий из горячих смесей в условиях пониженных температур воздуха является резкое охлаждение смеси, что в значительной мере сокращает продолжительность технологического процесса.

Потери тепла смесью происходят на всех стадиях технологического процесса, начиная с момента выпуска из смесителя, когда ее температура должна составлять 160–170°C, при транспортировании автомобилями-самосвалами к месту укладки, при раскладке асфальтоукладчиками и при уплотнении уложенного слоя катками.

Ориентировочные значения снижения температуры (при температуре воздуха до минус 10°C) составляют:

- выпуск из смесителя (160–170°C);
- транспортировка к месту укладки (140–145°C);
- укладка смеси асфальтоукладчиком (140–130°C);
- начало уплотнения смеси (130–120°C);
- окончание уплотнения смеси (75–80°C);
- скорость охлаждения смеси в покрытии (2–3°C/мин).

Продолжительность технологического процесса устройства дорожного покрытия из горячих асфальтобетонных смесей регламентируется периодом, в течение которого температура смеси на выходе из смесителя падает до минимальной, ниже которой уплотнение неэффективно. В зависимости от типа горячих асфальтобетонных смесей значения минимальных температур при уплотнении рекомендуется принимать для смесей типа А – 75–80°C, и типа Б – 70–75°C [14].

4.2. Транспортирование асфальтобетонных смесей к месту укладки

Транспортирование асфальтобетонной смеси к месту укладки должно, как правило, производиться в автомобилях-самосвалах, имеющих задний борт и оборудованных:

- обогреваемым кузовом;
- 3-слойным брезентовым тентом или пологом;
- подъемным устройством кузова, обеспечивающим постепенное увеличение угла его наклона, с фиксацией в любом рабочем положении;
- конструкцией подвески кузова, которая создает минимальную вибрацию при движении.

Материал полога должен быть непромокаемым, иметь необходимые прочность, массу и размеры, позволяющие полностью закрыть загруженный кузов автомобиля-самосвала. Необходимо, чтобы полог плотно прилегал к стенкам кузова.

Для повышения производительности процесс разворачивания и свертывания полога может быть механизирован.

Кузов автомобиля-самосвала перед погрузкой очищают от всех посторонних предметов. Дно кузова должно быть гладким и без существенных вмятин и углублений, в которых могли бы скопиться затвердевшая смесь от предыдущей загрузки или вещества, используемые для смазки поверхности кузова. Смазку наносят тонким равномерным слоем, исключая ее скопление в отдельных местах.

Для уменьшения расслоения асфальтобетонной смеси в момент загрузки и транспортировки, а также для повышения ее однородности загрузку автомобиля-самосвала, в зависимости от длины его кузова, рекомендуется вести в три или пять приемов (рис. 4.1, а, б).

Для перевозки смеси следует выбрать, по возможности, наиболее короткий маршрут и автомобильную дорогу с ровным покрытием и минимальным числом помех для движения.

Максимальную дальность транспортирования асфальтобетонной смеси устанавливают исходя из того, что ее температура на месте ук-

ладки должна быть не ниже установленной нормы, в том числе с учетом применения специальных добавок. В зависимости от погодных условий для высокоплотных, щебеночно-мастичных и полимерасфальтобетонных смесей допускается увеличивать температуру готовых смесей на 10–20°С, соблюдая требования ГОСТ 12.1.005. При этом следует учитывать температуру смеси на выходе из смесителя и интенсивность охлаждения ее в процессе транспортирования (табл. 4.1) [4,5].

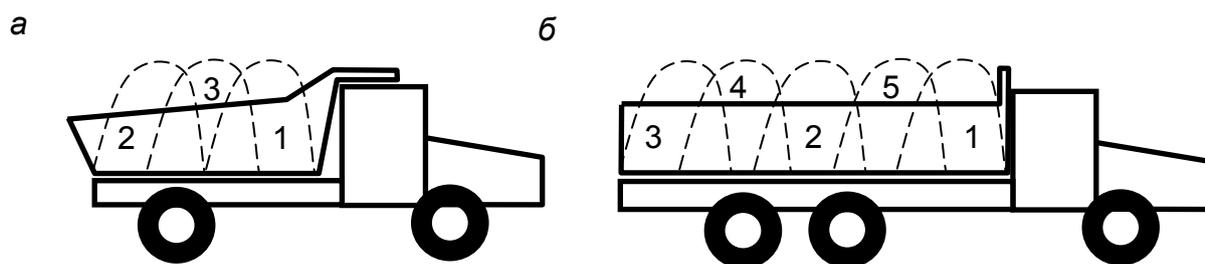


Рис. 4.1. Загрузка кузова самосвала асфальтобетонной смесью:
а – загрузка кузова в три приема; б – загрузка кузова в пять приемов;
1–5 – порядок загрузки

Таблица 4.1

Температура воздуха, °С	Интенсивность охлаждения смеси, °С/мин при транспортировании			
	в открытом кузове		в кузове с пологом	
	без обогрева	с обогревом	без обогрева	с обогревом
5	0,73	0,47	0,63	0,36
0	0,75	0,48	0,65	0,37
–5	0,79	0,50	0,67	0,38
–10	0,81	0,52	0,71	0,40

Смесь к месту укладки рекомендуется подавать непрерывно, благодаря чему обеспечиваются требуемые температурные режимы при ее укладке, устраняются простои и повышается производительность асфальтоукладчиков. Простой автомобилей-самосвалов на месте укладки должен быть сведен к минимуму.

Рекомендуемые температуры горячих асфальтобетонных смесей, щебеночно-мастичных смесей, полимерасфальтобетонных и полимерщебеночномастичных смесей, доставленных к месту укладки, в зависимости от погодных условий приведены в табл. 4.2. Температуры

для полимерасфальтобетонных, полимерщепеночно-мастичных и асфальтобетонных смесей с применением ПБВ могут быть на 10–20°С ниже чем в табл. 4.2.

Количество автомобилей-самосвалов назначают в зависимости от производительности АБЗ, асфальтоукладчика, дальности и скорости транспортирования смесей, продолжительности их загрузки и грузоподъемности автомобилей-самосвалов.

По прибытии автомобиля-самосвала к месту укладки асфальтобетонной смеси проверяют наличие товарно-транспортной накладной, дату и время отправления смеси, паспорт смеси с указанием вида, типа и марки смеси, ее массы и температуры, а также наличие отметки отдела технического контроля (ОТК) завода о соответствии смеси требованиям технических условий.

Таблица 4.2

Толщина слоя покрытия, см	Рекомендуемая минимальная температура смеси, доставленной к укладчику, °С при температуре воздуха, °С			
	5	0	–5	–10
5	$\frac{140}{150}$	$\frac{145}{155}$	$\frac{150}{160}$	$\frac{155}{-}$
	$\frac{140}{145}$	$\frac{140}{145}$	$\frac{140}{145}$	$\frac{145}{150}$

Примечание. В числителе приводится значение показателей при скорости ветра до 6 м/с, в знаменателе – свыше 6 м/с.

Температуру асфальтобетонной смеси проверяют в кузове (а не после ее выгрузки), снимая верхний слой и замеряя температуру путем погружения термометра в смесь. Для безопасного измерения температуры рекомендуется использовать бесконтактный термометр.

При выгрузке асфальтобетонной смеси в бункер асфальтоукладчика необходимо:

- снять полог непосредственно перед выгрузкой и закрепить его на козырьке переднего борта;
- подать машину строго по оси движения асфальтоукладчика, не допуская подхода под углом или сбоку;
- снять машину со скорости и тормозов;

- своевременно открыть замки заднего борта кузова;
- не допустить удара задних колес машины об асфальтоукладчик;
- заднее колесо самосвала должно остановиться на расстоянии 15–20 см от толкателей укладчика;
- укладчик при движении касается колес автомобиля и толкает его вперед одновременно с разгрузкой;
- не допустить просыпания смеси перед асфальтоукладчиком.

4.3. Применение антисегрегационных перегружателей асфальтобетонной смеси

При доставке асфальтобетонной смеси к асфальтоукладчику, вне зависимости от погодных условий, она подвергается гранулометрической и температурной сегрегации (расслоению).

Для ликвидации этого недостатка, отрицательно влияющего на качество уплотнения и срок службы асфальтобетонного покрытия в условиях пониженной температуры воздуха, рекомендуется применять перегружатель асфальтобетонной смеси, устраняющий сегрегацию смеси. Смесь подается в бункер асфальтоукладчика однородной по гранулометрическому составу и температуре, а покрытие приобретает высокую ровность и бездефектную структуру.

Антисегрегационный перегружатель уменьшает время простоя автомобилей со смесью в ожидании разгрузки. В результате безостановочной укладки с постоянной скоростью увеличивается производительность процесса.

Антисегрегационный перегружатель (рис. 4.2) имеет бункер-накопитель с антисегрегационным многошаговым шнеком и поворотный выгружающий конвейер.

Перед приемкой смеси стенки накопительного бункера– перегружателя асфальтобетонной смеси должны быть тщательно очищены и смазаны.

Антисегрегационный перегружатель устанавливают между автомобилем-самосвалом и асфальтоукладчиком (рис. 4.3). Во избежа-

ние просыпания смеси рекомендуется приемный бункер асфальтоукладчика оснащать специальной вставкой-бункером.

Автомобили-самосвалы, подошедшие на выгрузку смеси, должны останавливаться строго по оси движения перегружателя и поднимать кузов для выгрузки только по сигналу дорожного рабочего.

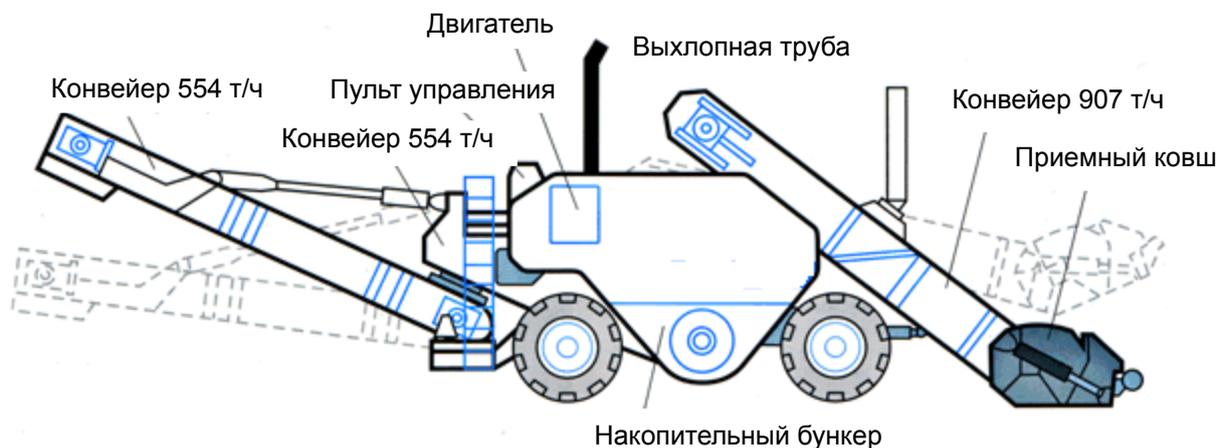


Рис. 4.2. Антисегрегационный перегружатель асфальтобетонной смеси



*Рис. 4.3. Схема перегрузки асфальтобетонной смеси:
автомобиль-самосвал – антисегрегационный перегружатель
асфальтобетонной смеси – асфальтоукладчик*

При применении антисегрегационного перегружателя должны учитываться потери температуры асфальтобетонной смеси в перегружателе для корректировки времени уплотнения.

4.4. Применение теплоизолирующих укрытий при устройстве асфальтобетонных покрытий в условиях пониженной температуры воздуха

Время остывания слоя асфальтобетонной смеси в покрытии в условиях отрицательных температур воздуха (до минус 10°C), как правило, составляет менее 22–24 мин. В этом случае выполнить уплотнение с требуемыми показателями качества согласно ГОСТ 9128 практически невозможно. Поэтому рекомендуется увеличивать толщину раскладываемого слоя асфальтобетонной смеси или принимать специальные меры по снижению скорости ее остывания: укрытие слоя теплоизоляционным пологом; укатка смеси через полог; использование катков с резиновым покрытием вальцов или, наконец, дополнительный подогрев чрезмерно остывшего слоя терморазогревателем. В некоторых случаях возможно применение комбинированных мер [15].

Более длительное сохранение температуры смеси с целью повышения эффективности уплотнения на всех его стадиях возможно при использовании теплоизоляционныхпологов, представляющих собой брезентовые полотнища толщиной 1–2 мм или тонкие (3–5 мм) резиновые коврики. Ширина их должна быть равной ширине укладываемой полосы смеси длиной 15–20 м. Прочность на разрыв полотнищ илипологов должна составлять не менее 0,6–0,8 кН/см [4, 5].

При такой теплоизоляции скорость потери температуры асфальтобетонным слоем понижается в 1,5–3 раза и соответственно увеличивается время уплотнения асфальтобетона. Об этом свидетельствуют опытные данные (табл. 4.3), полученные в России, Германии и США при укрытии асфальтобетона брезентовыми и резиновыми теплоизоляторами. Это обстоятельство следует учитывать при устройстве асфальтобетонных покрытий в условиях пониженных температур воздуха.

Один отряд дорожных машин должен иметь 3–4 полога. Комплект теплоизоляционныхпологов из брезента, свернутых на жесткой

оси в рулон, который крепится на специальных кронштейнах на асфальтоукладчике. По мере движения укладчика брезентовое полотно расстилается на уложенный слой смеси, что позволяет сразу же запустить в работу различные типы катков в зависимости от предварительного уплотнения смеси рабочими органами асфальтоукладчика.

Таблица 4.3

Толщина горячего слоя в покрытии, см	Температура воздуха, °С	Средняя скорость охлаждения, °С/мин
3	-8, ветер до 11 м/с	6,0
4	-8, ветер до 11 м/с	5,0
5 + резина	-7	0,9–1,1
5	-5	2,8–3,0
5 + брезент	-5	1,8–1,9
6–7	-10	2,6–2,8
6–7 + пергамин	-10	2,0–2,1
6–7 + брезент	-10	1,6–1,7
9	-5	1,7–1,8
10	-5	1,3–1,5

После укладки первого полога, в стык к нему расстилают следующий, и так далее до закрытия всей длины захватки общего потока уплотняющих машин. По мере движения технологического потока вперед первый полог сворачивают вручную в рулон на жесткую ось и устанавливают на кронштейны асфальтоукладчика, что обеспечивает непрерывность технологического процесса [14, 15].

Применение теплоизоляционных полов позволяет:

- увеличить продолжительность укатки уложенного слоя асфальтобетонной смеси;
- повысить эффективность уплотнения слоя смеси благодаря возможности ее уплотнения при более высоких температурах без образования сдвиговых деформаций в виде трещин и разрывов слоя;
- исключить налипание смеси на холодные вальцы катков, что повышает качество поверхности дорожного покрытия.

Вопросы и задания для самопроверки

1. Назовите ориентировочные интервалы снижения температуры асфальтобетонной смеси в технологическом процессе устройства дорожного покрытия в условиях пониженной температуры воздуха, начиная с момента ее выпуска из смесителя до окончания ее уплотнения в дорожном покрытии.

2. Перечислите требования, предъявляемые к автомобилям-самосвалам при транспортировании асфальтобетонной смеси в условиях пониженной температуры воздуха.

3. Исходя из каких условий устанавливают максимальную дальность транспортирования асфальтобетонной смеси при пониженной температуре воздуха?

4. Приведите рекомендуемые температуры горячих асфальтобетонных смесей, доставляемых к месту укладки, в зависимости от пониженных температур воздуха и погодных условий.

5. Обоснуйте целесообразность применения антисегрегационных перегружателей асфальтобетонной смеси в условиях пониженной температуры воздуха.

6. С какой целью используются теплоизолирующие укрытия при устройстве асфальтобетонных покрытий в условиях пониженной температуры воздуха?

7. Опишите технологию уплотнения асфальтобетонных покрытий с использованием теплоизолирующих укрытий.

5. УСТРОЙСТВО АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ Пониженной Температуре Воздуха

5.1. Укладка и уплотнение асфальтобетонных смесей при пониженной температуре воздуха

При устройстве асфальтобетонных слоев в условиях пониженной температуры воздуха особое внимание следует обращать на правильную организацию работ, определяющую темп строительства и тщательность уплотнения асфальтобетонной смеси в указанных условиях.

Поскольку минимальные температурные интервалы уплотнения многощелебенистой горячей асфальтобетонной смеси составляют 70–80°С, то при чрезмерно быстром ее охлаждении нельзя получить требуемую нормами плотность, если не принять специальные меры, замедляющие процесс остывания.

При положительных температурах воздуха, указанных в СП 78.13330.2012, устраивать асфальтобетонные покрытия рекомендуется отрядом дорожно-строительных машин, включающим асфальтоукладчики и катки разных типов: легкие – массой до 5–6 т, средние – массой до 10 т и тяжелые – массой свыше 10 т.

В условиях пониженных температур воздуха данный состав отряда дорожно-строительных машин зачастую неприемлем (из-за небольшого интервала времени, отводимого на уплотнение асфальтобетонной смеси).

При выборе асфальтоукладчика для работы в условиях пониженной температуры воздуха рекомендуется руководствоваться следующими требованиями:

- производительность асфальтоукладчика на 15–20% должна превышать производительность асфальтосмесительной установки;
- укладчик должен иметь повышенное тяговое усилие, обеспечивающее распределение и выглаживание многощелебенистых смесей;
- длина шнековой камеры должна бесступенчато изменяться в зависимости от типа укладчика от 2,5 до 9,0 м;

– трамбуемый брус должен иметь регулировку хода в пределах 4–15 мм и частоту ударов 25–60 Гц. Выбор амплитуды следует соотносить с толщиной слоя по правилу: чем тоньше слой, тем меньше амплитуда;

– вибрационная выравнивающая плита должна иметь амплитуду колебания до 0,6 мм и число оборотов вала вибратора в пределах 1500–3000 об/мин;

– прессующие планки (при наличии) должны создавать плавно регулируемое давление на смесь в пределах от 40 до 120 бар;

– укладчик должен быть оснащен системой автоматического обеспечения требуемой ровности и поперечных уклонов покрытия и достаточно мощной и эффективной системой подогрева выравнивающей плиты.

Наибольший эффект, при устройстве асфальтобетонных слоев достигается, когда все нагревательные элементы выравнивающей плиты асфальтоукладчика залиты в алюминиевом блоке. Благодаря высокой теплопроводности алюминия существенно сокращается время нагревания плиты (не более 20 минут) и равномерное распределение температуры по всей площади плиты, что обеспечивает быструю эксплуатационную готовность асфальтоукладчика и высокое качество работ. Это важное обстоятельство для обеспечения бесперебойной работы в условиях пониженной температуры воздуха.

При отсутствии электроподогрева выравнивающей плиты ее прогревают форсункой перед началом укладки асфальтобетонной смеси и поддерживают в подогретом состоянии во время работы.

При укладке асфальтобетонной смеси в условиях пониженной температуры воздуха рекомендуется использовать преимущественно гусеничные асфальтоукладчики, так как они создают большее тяговое усилие и оказывают меньшее удельное давление на нижний слой.

При укладке асфальтобетонной смеси в условиях пониженных температур воздуха необходимо применять **асфальтоукладчики с двойным трамбуемым брусом** или **с трамбуемыми брусом и двумя прессующими планками**, обеспечивающими высокую сте-

пень уплотнения. В этом случае, если после прохода асфальтоукладчика коэффициент уплотнения составляет $K_y = 0,90–0,94$, то из звена катков можно **исключить легкие катки**, а при $K_y = 0,96$ – **легкие и средние катки**.

Применение асфальтоукладчика с двойным трамбуемым брусом или с трамбуемым брусом и двумя прессующими планками, позволяет исключить из отряда уплотняющих машин виброкаток и выполнить укатку одним статическим катком тяжелого типа всего за 6...8 проходов.

В этом случае производительность процесса уплотнения возрастает практически в **2 раза**. Поэтому при устройстве асфальтобетонных покрытий в условиях пониженных температур воздуха для качественного выполнения работ это очень важное условие, которое должно по возможности выполняться.

В случае укладки смеси асфальтоукладчиками с высокоэффективными рабочими органами более высокую начальную степень уплотнения можно получить при использовании многощебенистых смесей.

Укладку асфальтобетонной смеси желательно вести на всю ширину проезжей части без образования «холодных» стыков (рис. 5.1).



Рис. 5.1. Укладка асфальтобетонной смеси на всю ширину проезжей части

При отсутствии широкозахватного асфальтоукладчика для улучшения продольного сопряжения полос покрытия асфальтобетонную смесь рекомендуется укладывать **двумя асфальтоукладчиками**.

Асфальтоукладчики во время укладки должны располагаться уступом. Расстояние между одновременно работающими асфальтоукладчиками не должно быть более 15 м.

Учитывая возможность перерыва в поступлении горячей асфальтобетонной смеси, в зоне расположения рабочих органов следует всегда оставлять ее в запас.

Укладка при температуре до минус 10°C допускается только при отсутствии снегопада или метели. Уплотнение асфальтобетонной смеси должно производиться при температуре смеси не ниже 70–80°C.

Бункер асфальтоукладчика должен быть заполнен асфальтобетонной смесью не менее чем на 50%. Длительные перерывы при укладке асфальтобетонной смеси в условиях пониженной температуры воздуха не допускаются.

Рекомендуется постоянно следить за наличием автосамосвалов с асфальтобетонной смесью перед укладчиком. В случае перебоев с поставкой смеси необходимо снизить скорость укладчика до 0,5 м/мин, но не останавливать процесс укладки.

При небольшом перерыве в работе (до 10 мин) необходимо поднять боковые стенки приемного бункера, ссыпать остатки смеси на шпатель и максимально заполнить шнековую камеру асфальтоукладчика.

Каждые 2–3 минуты рекомендуется продвигать асфальтоукладчик вперед на 2–3 метра для обеспечения возможности катку уплотнить остывающую зону покрытия за плитой укладчика.

После подхода машины со свежей смесью следует опустить стенки бункера, включить питатели, шнеки и начинать прием свежей смеси в шнековую камеру. При перемешивании свежей смеси асфальтобетонной смеси со старой вся масса нагревается, благодаря чему разрывы и раковины в укладываемом слое практически не образуются.

Если в приемном бункере осталось много смеси и шнековая камера заполнена, то при перерывах в работе смесь в бункере следует укрыть пологом.

Режим работы уплотняющего оборудования асфальтоукладчика зависит от типа смеси, толщины слоя покрытия и уточняется при пробной укладке покрытия перед началом выполнения основных работ. Рекомендуемые режимы работы уплотняющего оборудования асфальтоукладчика приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Тип смеси	Температура раскладываемой смеси, °С	Частота колебаний в минуту*		Оптимальная скорость асфальтоукладчика для работы уплотняющих органов, м/мин
		Трамбующего бруса	Виброплиты	
Асфальтобетонные смеси типов: А; А22ВТ; А22ВН; А16ВТ; А16ВН; А32НТ; А22НТ; А16НТ	145–150	420–600	2500–3000	1,7–2,5
Асфальтобетонные смеси типов: Б; А16 ВЛ; А32НН; А22НН; А16НН	140–145	660–840	2500–3000	2,2–3,0
Полимерасфальтобетонные смеси типов: А; А; А22ВТ; А22ВН; А16ВТ; А16ВН; А32НТ; А22НТ; А16НТ	145–150	420–600	2500–3000	1,7–2,5
Полимерасфальтобетонные смеси типов: Б; А16 ВЛ; А32НН; А22НН; А16НН	140–145	660–840	2500–3000	2,2–3,0
ЩМАС	150–155	800–1000	–	2,0–4,0
Высокоплотные смеси	150–155	420–600	2500–3000	1,5–2,5
Полимерщечномастичные смеси	150–155	600–1000	–	1,5–2,5

* Указанные параметры соответствуют ходу трамбующего бруса 3–4 мм и амплитуде колебаний виброплиты 0,3–0,6 мм (на некоторых зарубежных укладчиках ход бруса достигает 9–15 мм).

Примечание. Толщина укладываемого слоя 6–10 см.

Режимы работы уплотняющих рабочих органов асфальтоукладчика устанавливаются в зависимости от вида смеси, скорости ее

охлаждения, толщины слоя и скорости укладки. Ход трамбуемого бруса должен быть установлен на нижнем пределе (2–5 мм). Частоту ударов в минуту трамбуемого бруса назначают в пределах от 800 до 1000. Вибрацию на плите рекомендуют не включать. В случае необходимости частоту вибрации виброплиты устанавливают в пределах 40–60 Гц [9].

В условиях пониженной температуры воздуха важно сократить до минимума процесс уплотнения асфальтобетонной смеси. С этой целью рекомендуется оборудовать катки интеллектуальными системами уплотнения.

Например, система ASPHALT MANAGER фирмы BOMAG включает систему бесступенчато регулируемой автоматической амплитуды вальца катка. Электронное оборудование измеряет жесткость и выбирает амплитуду в зависимости от типа асфальтобетонной смеси и толщины укладываемого слоя.

Система ASPHALT MANAGER проста в управлении, оператору необходимо лишь выбрать толщину слоя, все остальное система делает автоматически. Благодаря регулируемой амплитуде быстрый процесс уплотнения обеспечивается даже на высокоплотных и плотных многощелебнистых асфальтобетонных смесях. Благодаря интеллектуальной системе уплотнения можно сократить количество проходов катка до минимума, что очень важно в условиях пониженных температур воздуха.

При быстром остывании асфальтобетонной смеси в условиях пониженной температуры воздуха, амплитуда уплотнения снижается, что обеспечивает получение требуемого коэффициента уплотнения. Все параметры процесса уплотнения (жесткость асфальтобетонной смеси, ее температура, амплитуда уплотнения), а также информация о достижении требуемого коэффициента уплотнения постоянно отображаются на мониторе оператора катка [16].

Для интенсификации процесса уплотнения смеси можно увеличивать число катков в 1,5–2 раза. При ширине укладки одним асфальтоукладчиком до 9 м за ним работают 2 катка на пневмошинах и 2–3 гладковальцовых вибрационных или комбинированных катка.

Рабочую скорость каждого катка рекомендуется выбирать такой, чтобы за время остывания смеси в заданном интервале температур (табл. 5.2) он успел бы ее уплотнить на всей площади выбранной захватки требуемым количеством проходов.

Таблица 5.2

Тип горячей асфальтобетонной смеси	Рекомендуемая температура укатки, °С		Рекомендуемый температурный интервал укатки покрытия, °С, на стадиях (этапах) его уплотнения		
	Начало	Конец	Предварительной	Основной	Заключительной
Многощебенистая (типы: А; А22ВТ; А22ВН; А16ВТ; А16ВН; А32НТ; А22НТ; А16НТ)	145–150	75–80	От 145–150	От 120–125	От 95–100
			до 120–125	до 95–100	до 75–80
Среднещебенистая (типы: Б; А16ВЛ; А32НН; А22НН; А16НН)	140–145	70–75	От 140–145	От 105–110	От 85–90
			до 105–110	до 85–90	до 70–75
Полимерасфальтобетонная смесь (типы: А; А22ВТ; А22ВН; А16ВТ; А16ВН; А32НТ; А22НТ; А16НТ))	145–150	75–80	От 145–150	От 120–125	От 95–100
			до 120–125	до 95–100	до 75–80
Полимерасфальтобетонная смесь (типы: Б; А16 ВЛ; А32НН; А22НН; А16НН)	140–145	70–75	От 140–145	От 105–110	От 85–90
			до 105–110	до 85–90	до 70–75
ЩМАС	150 –155	80–85	От 150–155	От 125–130	От 100–105
			до 125–130	до 100–105	до 80–85
Высокоплотные смеси	150 –155	80–85	От 150–155	От 125–130	От 100–105
			до 125–130	до 100–105	до 80–85
Полимерщебеночно-мастичные смеси	150–155	80–85	От 150–155	От 125–130	От 100–105
			до 125–130	до 100–105	до 80–85

Обычно скорость статических катков составляет от 3 до 6,5 км/ч, вибрационных и комбинированных – до 3–3,5 км/ч, пневмоколесных – до 5–10 км/ч. При этом, чем быстрее остывает смесь, тем выше должна быть рабочая скорость катка.

Скорость движения катков можно увеличить до 4–5 км/ч на первых проходах и до 6–8 км/ч на завершающих. Скорость пневмошинного катка на завершающих проходах можно увеличить до 8–10 км/ч.

Требуемое качество уплотнения горячей асфальтобетонной смеси при пониженных температурах воздуха может быть обеспечено только при выполнении минимально необходимого количества проходов каждым катком и соблюдении соответствующих температур смеси на каждой стадии или этапе ее уплотнения. Каждый тип катка должен работать в определенном температурном интервале (режиме).

Гладковальцовые самоходные катки с колесной формулой 2×3 (двухосные трехвальцовые) хотя и позволяют несколько увеличить ширину уплотнения (до 1,8 м), но должны совершать в 1,5–2 раза больше проходов по одному следу. Поэтому они менее эффективны для использования при пониженных температурах воздуха.

В состав отряда машин целесообразно включать каток на пневматических шинах, который следует использовать для предварительного уплотнения смеси (давление воздуха в шинах 0,25–0,30 МПа при минимальной балластной нагрузке) или для основного уплотнения (давление воздуха в шинах 0,5–0,7 МПа при полной балластной нагрузке). После прохода такого катка необходимо сразу включать в работу гладковальцовый каток.

Аналогичным образом при доуплотнении асфальтобетонной смеси может быть применен вибрационный или комбинированный каток (без вибрации), если конструктивный показатель силового воздействия его вальцов близок к соответствующему показателю легких катков. Этот же каток затем можно использовать на основной стадии уплотнения, но в вибрационном режиме.

Требуемое качество уплотнения покрытия при пониженных температурах воздуха может быть обеспечено при правильном выборе типа катков, выполнении минимально необходимой работы всех катков, а также при соблюдении рациональных температурных интервалов смеси для каждого типа катка (рис. 5.2) [14–16].

Эффективность уплотнения асфальтобетонной смеси возрастает за счет установки приспособлений для обогрева вальцов. В частности, вальцы трехосных трехвальцовых катков целесообразно заполнять горячей водой или горячим маслом.

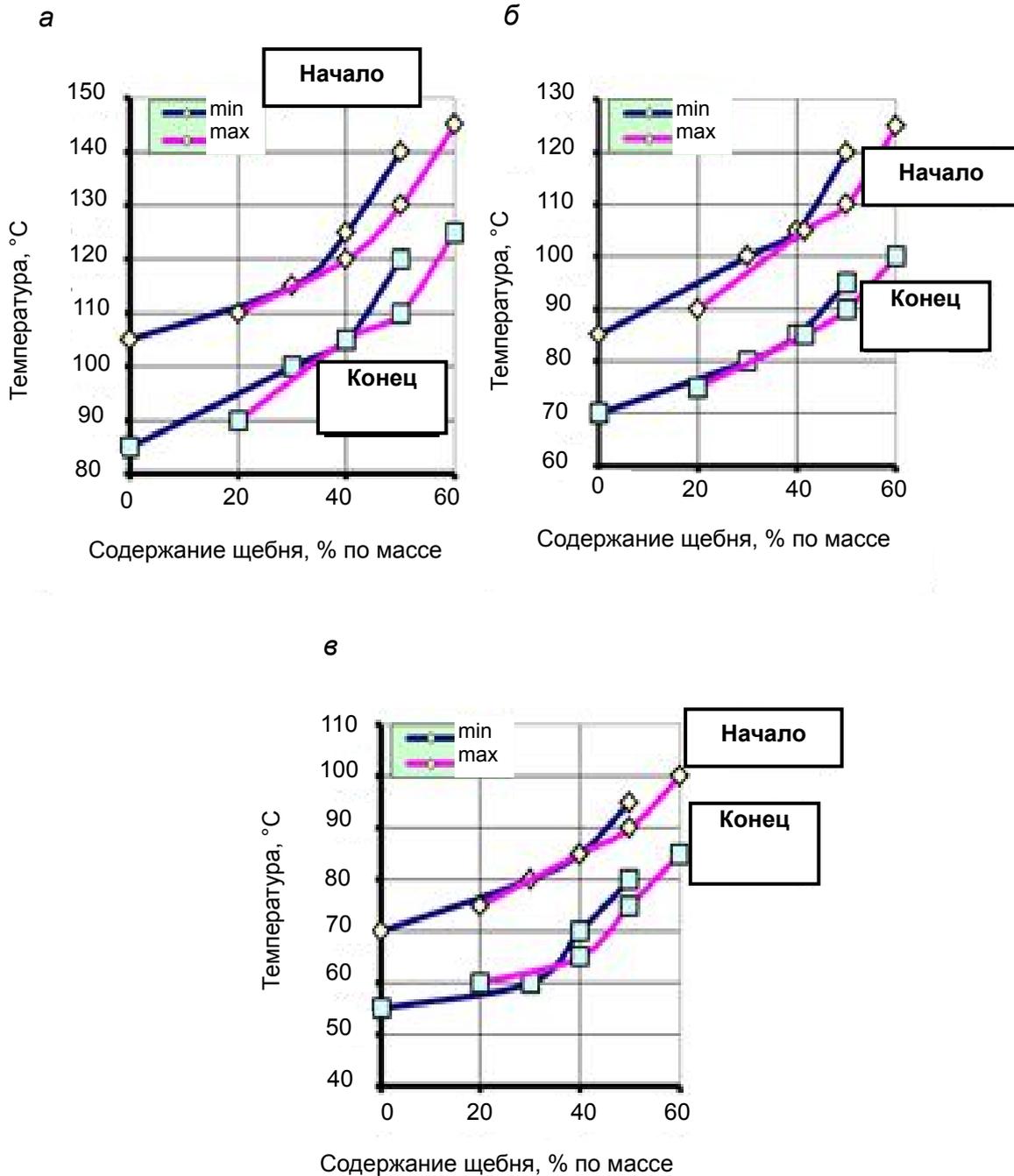


Рис. 5.2. Температуры эффективного уплотнения асфальтобетонных смесей на различных этапах уплотнения: а – легким катком; б – средним катком; в – тяжелым катком

Замена гладковальцового катка среднего типа самоходным катком на пневматических шинах при 6–10 проходах по одному следу позволяет сократить общее количество проходов катка на 30–35%.

Первые проходы (от 2 до 5) катка на пневматических шинах осуществляют при давлении воздуха в шинах 3–4 МПа, а последующие – при 5–6 МПа. Кроме того, использование катков на пневматических шинах вместо гладковальцовых позволяет снизить интенсивность охлаждения асфальтобетонной смеси в процессе укатки.

Первый этап уплотнения (подкатку уложенного слоя) выполняют, как правило, двумя гладковальцевыми тандемными виброкатками, например HD 75 (7,6 т) фирмы HAMM (рис. 5.3). Катки должны двигаться сразу за асфальтоукладчиком. Скорость движения катков от 2,0 до 3,5 км/час, количество проходов по одному следу 2–4 (2 – без вибрации, 4 – со слабой вибрацией) при температуре уплотняемого слоя от 130 до 120°С.



Рис. 5.3. Тандемный виброкаток HD 75

Перемещение виброкатка с включенным вибратором должно идти только от асфальтоукладчика, а его движение к укладчику необходимо выполнять без вибрации. Такой технологический приём снижает нагон сдвиговой волны при её перемещении вместе с катком с более горячей смеси в сторону более остывшей.

Следует осуществлять укатку всего покрытия по ширине, а не только его серединной части. Уплотнение начинают продольными проходами катка от края полосы с постепенным смещением проходов

к кромке, обращенной к оси дороги, следя чтобы вальцы катка не приближались к ней менее чем на 100 мм.

Оставшаяся неуплотненная полоса закатывается позже, одновременно с последующей (смежной) устраиваемой полосой покрытия. Укатка производится ведущими вальцами вперед, с перекрытием предыдущего следа на 30 см, возвратно-поступательным движением по одной и той же полосе. Скорость движения катка от 2,0 до 3,5 км/ч, количество проходов по одному следу 8–12 (4 – без вибрации, 6 – с сильной вибрацией) при температуре уплотняемого слоя от 120 до 100°С.

При работе катка с вибрацией показатель уплотнения должен быть не выше 2,40–2,60 кгс/см² (33–39 удар./мин), а без вибрации должен быть не выше 1,75–1,85 кгс/см². При превышении указанных значений уплотняемый слой смеси будет испытывать силовые перегрузки и на покрытии могут возникать дефекты (трещины, прорезы, сдвиги, неровности).

Следующий этап укатки осуществляется катком на пневмошинах, например GRW 15 (11, т), за 8–10 проходов по одному следу, с перекрытием предыдущего следа на 30 см, возвратно-поступательным движением по одной и той же полосе, с рабочей скоростью 5,0–10,0 км/ч (рис. 5.4).



Рис. 5.4. Каток на пневмошинах GRW 15

Эти катки выполняют доуплотнение некоторых слабых мест, общую отделку поверхности покрытия и формирование более прочной структуры слоя асфальтобетона. Каток должен иметь весовую загрузку 20 т с балластом и давление воздуха в шинах 8–8,5 атм. Давление во всех шинах должно быть одинаковым.

На завершающей стадии укатки могут использоваться два гладковальцовых катка статического типа, например CS 141/142 фирмы Дупарас с полным водяным балластом в вальцах и общей массой 13,0 т (рис. 5.5).



Рис. 5.5. Трехвальцовый каток статического типа CS 141/142

Основной целью завершающей стадии укатки является косметическая доводка поверхности покрытия, выглаживание следов, оставленных катками при начальной и промежуточной укатках, устранение следов от шин пневмокатков и других дефектов поверхности. Она улучшает структуру поверхности и может повысить ее плотность, если слой еще достаточно горяч.

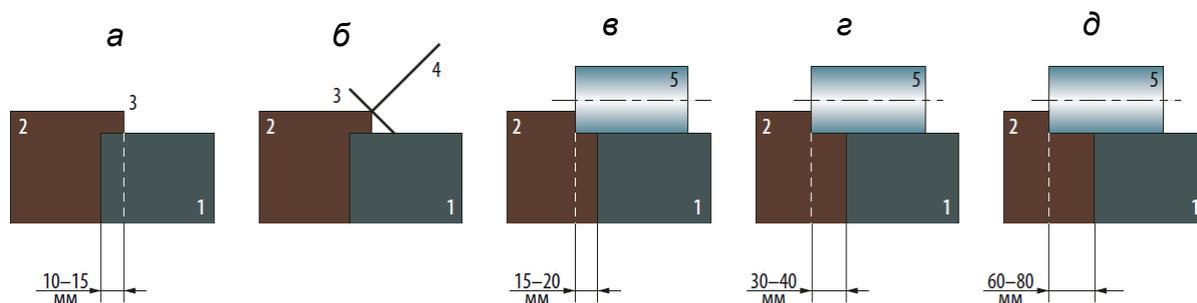
Скорость движения катка обычно составляет 3,0–6,5 км/ч, количество проходов по одному следу 6–10 при температуре уплотняемого слоя от 100 до 75°C. Укатка производится с перекрытием предыдущего следа на 30 см возвратно-поступательным движением по одной и той же полосе и только в статическом режиме.

Для уплотнения горячей смеси у продольного «холодного шва» и прочной его спайки с вновь укладываемым слоем выделяется отдельный гладковальцевый виброкаток, который постепенно выполняет эту операцию, исключая боковой сдвиг горячей смеси в сторону от шва. Чтобы обеспечить требуемое уплотнение смеси, необходимо, чтобы её уровень над стыком превышал поверхность соседней полосы на величину равную 0,2–0,3 см на 1,0 см толщины укладываемого слоя.

Основным фактором, определяющим создание качественного продольного стыка, является правильное перекрытие новым слоем ранее уложенной полосы. Для этого на ранее уложенную полосу заводят трамбуемый брус и виброплиту асфальтоукладчика, чтобы образовался нахлест горячей смеси поверх холодной на 10–15 мм (рис. 5.6).

Одним из способов повысить эффективность укатки асфальтобетонных слоев в условиях пониженных температур воздуха является способ «комбинированной» технологии.

Как уже отмечалось, после работы асфальтоукладчика с трамбуемым брусом и выглаживающей виброплитой виброкаток с выключенным вибратором выполняет начальный этап уплотнения – подкатку (за 2–4 прохода), затем тот же виброкаток с включенным вибратором производит основной этап уплотнения (4–6 проходов) и, наконец, статический каток более тяжелого типа выполняет заключительный этап уплотнения (4–6 проходов по одному следу).



*Рис. 5.6. Технологическая схема уплотнения горячего асфальтобетона на стыке холодного шва специально выделенным катком:
1 – холодный слой смеси; 2 – горячий слой смеси; 3 – нахлест горячей смеси поверх холодной; 4 – ручная гладилка (подбивка нахлеста);
5 – гладкий валец самоходного катка;
а, б...д – порядок или последовательность операций укатки шва*

При «комбинированной» технологии вибрационный тандем должен сделать в среднем 12 проходов вместо 22, по сравнению со статическими катками (рис. 5.7).

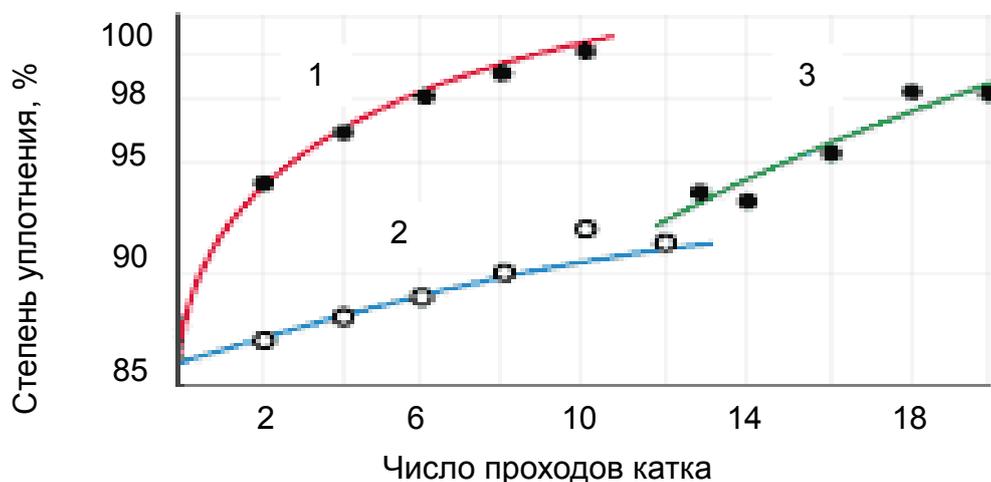


Рис. 5.7. Степень уплотнения слоя асфальтобетона толщиной 4 см катками: 1 – вибрационный тандем массой 10 т; 2 – пневмоколесный каток массой 12 т; 3 – гладковальцовый статический каток массой 10 т

Только за счет меньшего количества проходов производительность комбинированной технологии уплотнения повышается на 45–50%. Это очень важное обстоятельство для ускорения укатки асфальтобетонных покрытий в условиях пониженных температур воздуха.

Некоторые, но не слишком большие, резервы для повышения производительности есть у операции уплотнения за счет увеличения количества катков на полосе устраиваемого покрытия.

При увеличении скорости работы катков происходит непропорциональное повышение количества проходов, что в итоге не обеспечивает прирост производительности, а ровность покрытия при этом может заметно ухудшиться.

При проведении работ по нагреву основания время, отводимое для уплотнения слоя асфальтобетонной смеси, увеличивается.

5.2. Укладка горячих асфальтобетонных смесей при выпадении осадков в виде дождя или снега

При выпадении осадков в виде дождя или снега допускается укладка асфальтобетонных и щебеночно-мастичных, в том числе мо-

дифицированных, смесей на предварительно подготовленное основание. Основание должно быть заранее обработано (до выпадения осадков) битумной эмульсией или жидким битумом.

Температура асфальтобетонной смеси во время укладки и её уплотнения должна быть не ниже значений, представленных в табл. 5.2.

Перед укладкой асфальтобетонной смеси с помощью щеток механизированным способом с основания убирают свободную воду.

В том случае, если дождь прекратился и есть возможность просушить основание, его просушивают продувкой воздухом или термо-разогревателем, включая его в комплект машин по устройству асфальтобетонного покрытия.

При выпадении осадков в виде снега для обеспечения необходимого сцепления слоя покрытия с основанием перед устройством асфальтобетонного покрытия необходимо очистить поверхность основания от снега и льда, а также осуществить его просушку (п. 12.3.1 СП 78.13330.2012).

Предварительную очистку основания от снега и льда, а также его просушку рекомендуется выполнять в соответствии с п. 3.2 настоящего пособия. После этого приступают к укладке и уплотнению асфальтобетонного слоя покрытия.

5.3. Расчет технологических параметров укладки и уплотнения слоев асфальтобетонных покрытий при неблагоприятных погодных условиях

Технология устройства асфальтобетонных покрытий при пониженной температуре воздуха должна обеспечить эффективное и качественное уплотнение дорожного покрытия и получить требуемые физико-механические свойства асфальтобетона.

Рассмотрим основные технологические этапы.

Общую длину захватки при устройстве асфальтобетонных покрытий в условиях пониженной температуры воздуха рекомендуется определять на основании производительности АБЗ и скорости асфальтоукладчика (с учетом ширины и толщины укладываемого слоя).

Температуру выпуска смеси на АБЗ, а также температуру начала и окончания ее уплотнения, в том числе с учетом специальных добавок, определяют на основании лабораторных данных.

Время доставки смеси с учетом ее остывания в кузове автомобиля-самосвала при транспортировании определяется по табл. 4.1 и табл. 4.2.

Скорость асфальтоукладчика V_y зависит от количества асфальтобетонной смеси, поступающей к нему с АБЗ, т.е. от часовой производительности АБЗ.

Скорость асфальтоукладчика может быть определена по формуле

$$V_y = \frac{P}{60 \cdot B \cdot h \cdot \gamma}, \text{ м/мин,} \quad (1)$$

где P – производительность АБЗ, т/ч; B – ширина укладываемого слоя, м; h – толщина укладываемого слоя в плотном теле, м; γ – плотность асфальтобетонной смеси т/м³.

Общую длину захватки $L_{\text{общ}}$ работы всего отряда машин определяют по формуле

$$L_{\text{общ}} = V_y t_{\text{об}}, \quad (2)$$

где V_y – скорость асфальтоукладчика, м/мин; $t_{\text{об}}$ – время остывания смеси от начала ее укладки до момента окончания уплотнения.

Рекомендуемые температуры укатки асфальтобетонной смеси в начале и конце уплотнения приведены в табл. 5.2.

Время уплотнения слоя покрытия из асфальтобетонных, полимерасфальтобетонных, щебеночно-мастичных, полимерщебеночно-мастичных смесей определяют по табл. 5.3 или номограмме, приведенной на рис. 5.8.

Таблица 5.3

Температура воздуха, °С	Минимальная толщина слоя покрытия, см	Подготовка основания	Время укатки слоя покрытия, мин, при скорости ветра, м/с		
			до 5	6–10	11–15
5	4–5	Без нагрева	22–30	20–26	16–22
		С нагревом	31–36	27–31	23–27
5 ÷ 0	5–6	Без нагрева	27–34	23–30	20–25
		С нагревом	36–40	31–35	26–29
0 ÷ –5	6–7	С нагревом	40–46	35–40	29–33
–5 ÷ –10	7–8	С нагревом	45–51	40–44	32–36

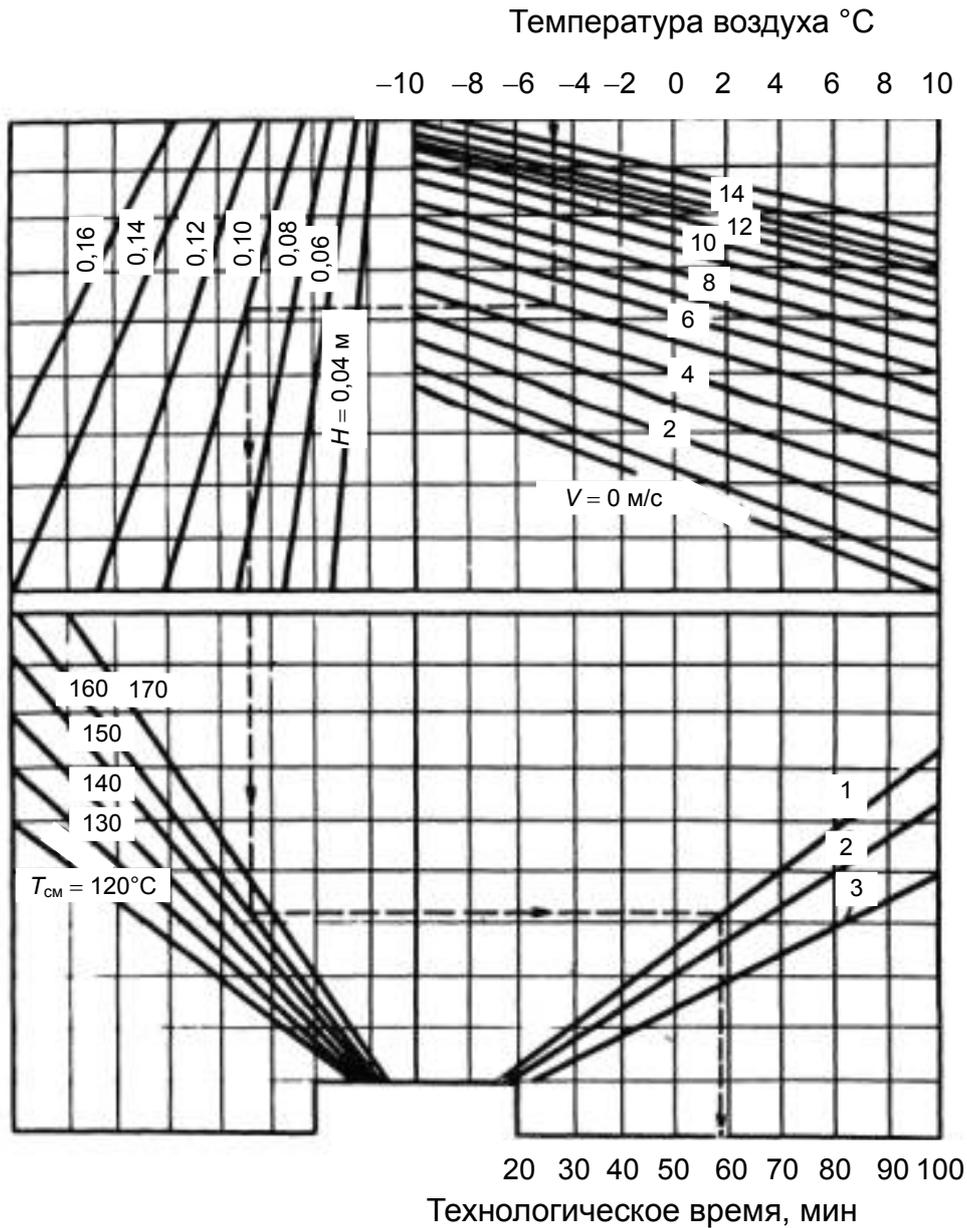


Рис. 5.8. Номограмма по определению максимально допустимого времени процесса уплотнения слоя асфальтобетонной смеси:
 V – скорость ветра; H – толщина покрытия; $T_{см}$ – температура слоя асфальтобетонной смеси после раскладки; 1 – «холодное» цементобетонное основание; 2 – «нейтральное» асфальтобетонное или дискретное (щебеночное, гравийное и т.п.) основание; 3 – «теплое» с использованием пористых материалов основание

Общая длина захватки $L_{общ}$ складывается из длины рабочих захваток, уплотняемых легким ($L_{л}$), средним ($L_{с}$) или тяжелым ($L_{т}$) катками, а также длины участка (l_y) проходимого асфальтоукладчиком от момента начала укладки смеси в покрытие до начала уплотнения катком.

Длина захватки каждого катка должна содержать целое число ($\alpha, \beta, \gamma = 1, 2, 3, 4 \dots n$) участков покрытия l_y .

С учетом степени предварительного уплотнения асфальтобетонной смеси асфальтоукладчиком применяются различные типы катков и расчетные схемы их работы, а также назначается общая длина захватки $L_{\text{общ}}$ (рис. 5.9).

Длину захватки каждого катка рекомендуется определять по формуле

$$L_k = \frac{v_k t_k}{n_k b_k}, \quad (3)$$

где v_k – средняя скорость перемещения катка (с учетом реверса), м/с; t_k – время работы катка на захватке, отводимое по условию остывания слоя асфальтобетонной смеси, с; n_k – требуемое количество проходов катка по одному следу; b_k – число полос уплотняемое катком (целое число полос):

$$b_k = \frac{b_y - a}{b_n - a}, \quad (4)$$

где b_y – ширина укладки смеси асфальтоукладчиком, м; b_n – ширина уплотнения смеси катком, м; a – ширина перекрытия соседних уплотняемых катком полос, м; $a = 0,1 \div 0,3$ м.

По формулам (3) и (4) можно определить среднюю скорость работы катка, а также число проходов катка по одному следу. Другие входящие в формулу параметры должны быть известны или обоснованно назначены. Исходя из реальных характеристик катка и технологии уплотнения, вносят необходимые поправки в расчет и технологию.

Необходимое количество катков рекомендуется рассчитывать из условия, что каждый каток должен успеть сделать минимум 4 прохода по одному следу. Это зависит от ширины укладываемой полосы и производительности катка. На каждой захватке в зависимости от ширины укладки могут работать параллельно 1, 2 или 3 катка одного типоразмера. Как правило, в створе шириной 3,5–5 метров эффективно работает 1 каток, при ширине 5 и более метров (до 8 м) рекомендуется применять два катка работающих параллельно, при ширине створа от 8 до 12 метров – 3 катка и т.д.

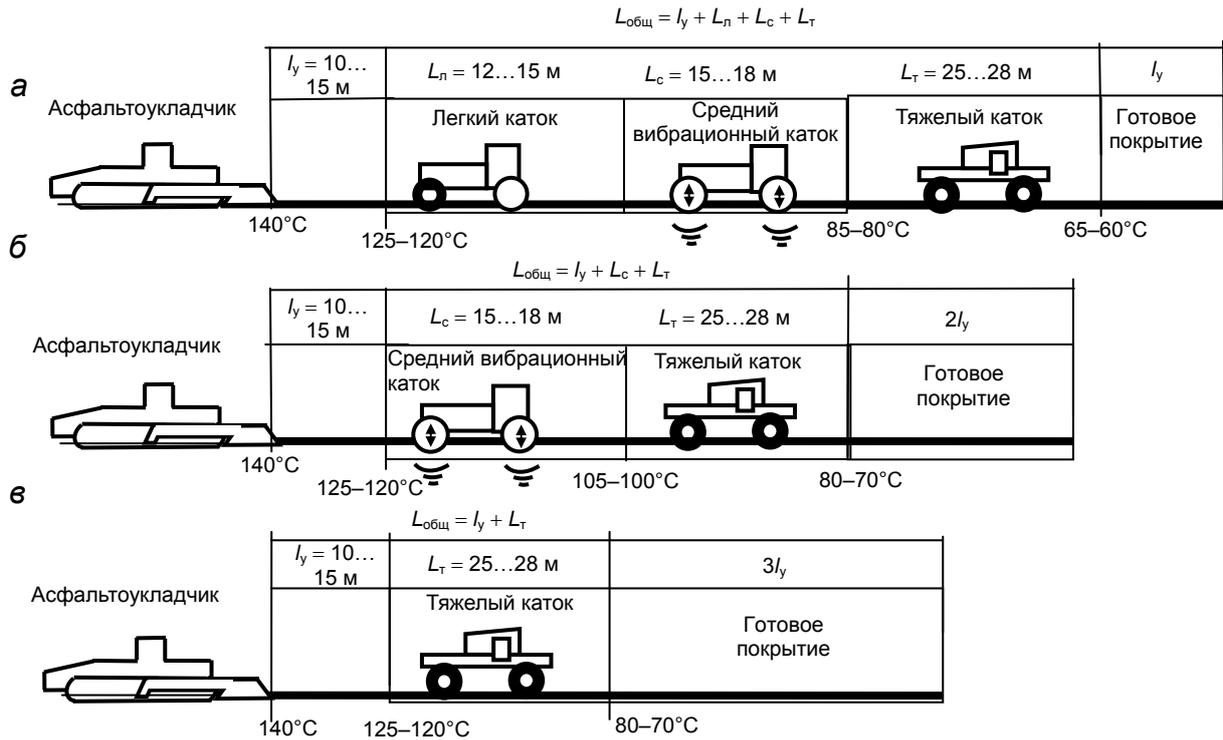


Рис. 5.9. Технологические схемы укладки и минимальные температуры уплотнения плотных и высокоплотных асфальтобетонных смесей: а – асфальтоукладчик с трамбуемым брусом (предварительный коэффициент уплотнения асфальтобетонного слоя – 0,9); б – асфальтоукладчик с двойным трамбуемым брусом (предварительный коэффициент уплотнения асфальтобетонного слоя – 0,94–0,96); в – асфальтоукладчик с трамбуемым брусом и двумя прессующими планками (предварительный коэффициент уплотнения асфальтобетонного слоя – 0,96–0,98); l_y – длина полосы покрытия укладываемой асфальтоукладчиком смеси от момента начала укладки до начала ее уплотнения катком; L_n – длина захватки легкого катка; L_c – длина захватки среднего катка; L_m – длина захватки тяжелого катка

По условию разгона и торможения длину рабочей захватки легкого, среднего или тяжелого катков рекомендуется принимать не менее 4–5 длин катка. Обычно отечественные и зарубежные катки имеют длину от 3,5 до 7 м, поэтому захватку для легкого катка следует назначать более 12 м, для среднего – более 18 м и тяжелого катка – более 25 м. Таким образом, минимальную общую длину захватки всего отряда машин рекомендуется принимать не менее 70–75 м для работы легкого, среднего и тяжелого катков (рис. 5.9, а), 60–65 м для работы среднего и тяжелого катков (рис. 5.9, б), 40–45 м для работы тяжелого катка (рис. 5.9, в).

Общую длину захватки рекомендуется разбивать на отдельные захватки для работы каждой машины.

Общая длина захватки для схем, представленных на рис. 5.9, определяется по формулам:

– для работы легкого, среднего и тяжелого катков (рис. 5.9, а)

$$L_{\text{общ}} = l_y + L_{\text{л}} + L_{\text{с}} + L_{\text{т}} = l_y (1 + \alpha + \beta + \gamma); \quad (5)$$

– для работы среднего и тяжелого катков (рис. 5.9, б)

$$L_{\text{общ}} = l_y + L_{\text{с}} + L_{\text{т}} = l_y (1 + \beta + \gamma); \quad (6)$$

– для работы тяжелого катка (рис. 5.9, в)

$$L_{\text{общ}} = l_y + L_{\text{т}} = l_y (1 + \gamma). \quad (7)$$

Длины захваток для работы катков принимают пропорциональной периодам работы каждой машины с учетом остывания смеси. Причем в сумме эти периоды не должны превышать общего времени укладки и уплотнения смеси. Общая длина захватки в этом случае для трех схем укладки, приведенных на рис. 5.9, а, б, в, может определяться по формулам:

$$L_{\text{общ}} = v_y t_{\text{об}} = v_y (t_y + t_{\text{л}} + t_{\text{с}} + t_{\text{т}}) = v_y t_y (1 + \alpha + \beta + \gamma); \quad (8)$$

$$L_{\text{общ}} = v_y t_{\text{об}} = v_y (t_y + t_{\text{с}} + t_{\text{т}}) = v_y t_y (1 + \beta + \gamma); \quad (9)$$

$$L_{\text{общ}} = v_y t_{\text{об}} = v_y (t_y + t_{\text{т}}) = v_y t_y (1 + \gamma). \quad (10)$$

Если производительность асфальтоукладчика превышает производительность АБЗ, то следует запускать второй АБЗ. В случае, когда длины захватки для уплотнения слоя покрытия недостаточно, то для эффективной работы катков рекомендуется уменьшать ширину полосы укладки, в результате чего увеличится скорость асфальтоукладчика.

Если катки не успевают за асфальтоукладчиком и вынуждены совершать меньшее число проходов или вести укатку остывшего покрытия, то рекомендуется увеличить общее количество катков.

Между параметрами катка и скоростью укладчика существует вполне определенная технологическая взаимосвязь:

$$v_{\text{к}} = v_y n_{\text{к}} b_{\text{к}}. \quad (11)$$

Тип катков в зависимости от схемы уплотнения, температуры слоя уплотняемой асфальтобетонной смеси и температурного диапазона применения катка определяется из условия наиболее эффективной работы при пониженной температуре воздуха (табл. 5.4).

Таблица 5.4

Вид катка	Тип катка	Масса катка Q, т	Линейное давление под вальцами катка q, кН/м (Н/мм или кг/см)	Показатель силового воздействия на асфальтобетонную смесь q/R, кН/м ² (кПа)	Температурный диапазон применения катка, °С
Гладковальцовые, комбинированные	Легкие	< 6 (0,6–4,0)	< 30 (7–30)	< 40	140–100
	Средние	6–8	30–40 (35–60)	40–65	100–85
	Тяжелые	> 8 (10,0–12,0)	> 40 (60–100)	> 65	85–75
Вибрационные	Легкие	4	≤ 25	–	–
	Средние	8	≤ 40	< 65	100–85
	Тяжелые	–	≤ 60	–	–
	Особо тяжелые	–	> 60	–	–
Пневматические	Легкие	< 10	–	–	–
	Средние	(16–20)	–	–	–
	Тяжелые	> 10 (25–30)	> 40	> 65	140–100

Рабочая скорость асфальтоукладчика, исходя из условия его непрерывной работы, при использовании автомобилей-самосвалов с различными объемами кузова при укладке верхнего и нижнего слоя покрытия приведены в табл. 5.5 и 5.6.

С учетом того что бункер асфальтоукладчика может использоваться как накопитель асфальтобетонной смеси время прохождения одного цикла выработки смеси может измениться.

Таблица 5.5

Грузоподъемность автомобиля-самосвала, т	Условия непрерывной работы асфальтоукладчика при устройстве верхнего слоя покрытия	
	Ширина укладки, м	Рабочая скорость асфальтоукладчика, м/мин
8	4	до 3
	8–9	до 1,5
18	4–4,5	до 4,5
	8–9	до 3

Таблица 5.6

Грузоподъемность автомобиля- самосвала, т	Условия непрерывной работы асфальтоукладчика при устройстве нижнего слоя покрытия	
	Ширина укладки, м	Рабочая скорость асфальтоукладчика, м/мин
8	4–4,5	до 1,5
18	4–4,5	до 3
	8–9	до 1,5

В табл. 5.7 и 5.8 приведены условия, соблюдение которых обеспечивает непрерывную работу асфальтоукладчиков с бункерами разного объема на верхнем и нижнем слоях асфальтобетонного покрытия.

Таблица 5.7

Вместимость бункера асфальто- укладчика, т	Условия непрерывной работы асфальтоукладчика при устройстве верхнего слоя покрытия	
	Ширина укладки, м	Рабочая скорость асфальтоукладчика, м/мин
12	4–4,5	4,5
	8–9	1,5
18	4–4,5	4,5
	8–9	3

Таблица 5.8

Вместимость бункера асфальто- укладчика, т	Условия непрерывной работы асфальтоукладчика при устройстве нижнего слоя покрытия	
	Ширина укладки, м	Рабочая скорость асфальтоукладчика, м/мин
12	4–4,5	1,5
	8–9	1,5
18	4–4,5	3
	8–9	1,5

Для сокращения простоев при укладке асфальтобетонной смеси в условиях пониженной температуры воздуха следует увязать часовую потребность в выпускаемой АБЗ смеси с вместимостью бункера асфальтоукладчика, шириной и темпом укладки в смену.

Ориентировочная часовая потребность в асфальтобетонной смеси для обеспечения непрерывных темпов укладки в зависимости от вместимости бункера асфальтоукладчика приведена в табл. 5.9.

Таблица 5.9

Вместимость бункера асфальтоукладчика, т	Часовая потребность в смеси, т					
	Ширина 4–4,5 м, темп укладки, м в смену			Ширина 8–9 м, темп укладки, м в смену		
	500	1000	1500	500	1000	1500
12	$\frac{55,8}{111,6}$	$\frac{111,6}{-}$	$\frac{167,4}{-}$	$\frac{111,6}{-}$	-	-
14	$\frac{55,8}{111,6}$	$\frac{111,8}{223,2}$	$\frac{167,4}{-}$	$\frac{111,6}{-}$	-	-
18	$\frac{55,8}{111,6}$	$\frac{111,6}{223,2}$	$\frac{167,4}{-}$	$\frac{111,6}{223,6}$	$\frac{223,6}{-}$	-

Примечание. В числителе – при укладке верхнего (6 см), а в знаменателе – нижнего (12 см) слоя покрытия.

При устройстве асфальтобетонного покрытия несколькими асфальтоукладчиками они должны двигаться уступами друг относительно друга.

Окончательное уплотнение уложенного слоя производится укаткой с перекрытием швов.

Подвоз асфальтобетонной смеси организывают таким образом, чтобы все укладчики могли двигаться с одной скоростью и расстояние между ними было не более 15 м, что обеспечит примерно одинаковую разность температур смеси между соседними полосами при укатке.

Асфальтоукладчики оборудуют по возможности одинаковыми рабочими органами, чтобы при настройке уплотнительных агрегатов предварительное уплотнение было идентичным по всей ширине укладки.

В зависимости от темпа строительства дорожного покрытия и условий производства работ (температура окружающего воздуха, скорость ветра, дальность транспортирования горячей смеси, теплофизические свойства применяемой смеси и др.) длина полосы укладки принимается из условия обеспечения надёжного сопряжения смежных полос.

Длину укладываемой полосы асфальтоукладчиком можно определить по формуле (2). Температуру остывания смеси в зоне стыка $t_{ст}$ сопряжённых полос определяют по формуле

$$t_{ст} = 40,5K_{тс} K_h K_V K_{очн} K_{ш} K_{oy} e^{-0,0143t_b}, \quad (12)$$

где t_b – температура окружающего воздуха °С; $K_{тс}$ – коэффициент, зависящий от температуры смеси при укладке; K_h – коэффициент, учи-

тывающий продолжительность охлаждения смеси в зависимости от толщины слоя полосы покрытия и температуры смеси в зоне стыка; K_V – коэффициент, зависящий от скорости ветра, м/с; $K_{\text{осн}}$ – коэффициент, учитывающий температуру основания; $K_{\text{ш}}$ – коэффициент, учитывающий изменение температуры горячей асфальтобетонной смеси по краю ширины полосы покрытия; $K_{\text{оу}}$ – коэффициент, учитывающий температуру окончания укладки смеси.

Численное значение коэффициента $K_{\text{тс}}$ определяется как:

$$K_{\text{тс}} = 0,015t_{\text{см}} - 1,45, \quad (13)$$

где $t_{\text{см}}$ – температура горячей смеси при укладке, °С.

Численное значение коэффициента K_h определяется выражением:

$$K_h = 0,2h, \quad (14)$$

где h – толщина слоя покрытия, см.

Установлено, что время нахождения горячей смеси в заданном температурном интервале зависит от температуры смеси при укладке. При понижении температуры смеси при укладке от 160 до 140°С численное значение коэффициента K_h уменьшается на треть[5,6].

Численное значение коэффициента K_V определяется как:

$$K_V = 0,99e^{-0,0466V}, \quad (15)$$

где V – скорость ветра, м/с.

Численное значение коэффициента $K_{\text{ш}}$ определяется как:

$$K_{\text{ш}} = e^{-0,003\tau}, \quad (16)$$

где τ – время замера температуры смеси на крае полосы покрытия, мин.

Численное значение коэффициента $K_{\text{оу}}$ не зависит от толщины укладываемого слоя и определяется выражением:

$$K_{\text{оу}} = -3,52\ln(t_{\text{оу}}) + 17,86, \quad (17)$$

где $t_{\text{оу}}$ – температура окончания укладки смеси, °С.

Численное значение коэффициента $K_{\text{осн}}$ определяется выражением:

$$K_{\text{осн}} = 0,987e^{0,013\Delta t}, \quad (18)$$

где Δt – разница между температурами основания и окружающего воздуха, °С.

Вопросы и задания для самопроверки

1. Перечислите требования, которыми следует руководствоваться при выборе асфальтоукладчика для работы в условиях пониженной температуры воздуха.
2. На какую ширину проезжей части рекомендуется вести укладку асфальтобетонной смеси в условиях пониженной температуры воздуха?
3. Как производится укладка асфальтобетонной смеси при использовании двух асфальтоукладчиков?
4. На сколько процентов должен быть заполнен бункер асфальтоукладчика асфальтобетонной смесью в условиях пониженной температуры воздуха?
5. Допускаются ли длительные перерывы при укладке асфальтобетонной смеси в условиях пониженной температуры воздуха?
6. Что можно предпринять для интенсификации процесса уплотнения асфальтобетонной смеси в условиях пониженной температуры воздуха?
7. Какие типы катков включают в состав звена по уплотнению асфальтобетонного покрытия при пониженной температуре воздуха?
8. При каких условиях можно исключить легкие и средние катки при уплотнении асфальтобетонного слоя покрытия в интервалах пониженных температур воздуха?
9. В чем заключается эффект «комбинированной» технологии уплотнения асфальтобетонного слоя в условиях пониженных температур воздуха?
10. Какие требования следует учитывать при укладке горячих асфальтобетонных смесей при выпадении осадков в виде дождя или снега?
11. На основании каких условий следует назначать общую длину захватки при устройстве асфальтобетонных покрытий в условиях пониженной температуры воздуха?
12. Из чего складывается общая длина захватки при устройстве асфальтобетонных покрытий в условиях пониженной температуры воздуха?
13. Исходя из каких условий назначается рабочая скорость асфальтоукладчика?
14. Какие условия необходимо учитывать при устройстве асфальтобетонного покрытия несколькими асфальтоукладчиками?

6. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ОХРАНА ТРУДА ПРИ УСТРОЙСТВЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ В УСЛОВИЯХ ПониЖЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

6.1. Контроль качества выполнения работ при устройстве асфальтобетонных покрытий в условиях пониженной температуры воздуха

В условиях работы при пониженных температурах воздуха асфальтобетонные и щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси должны соответствовать требованиям ГОСТ 9128, ГОСТ 31015, ПНСТ 183-2016 и ПНСТ 184-2016. Устройство асфальтобетонных слоев покрытий и оснований контролируют в соответствии с требованиями СП 78.13330.2012.

Технический контроль устройства асфальтобетонных покрытий осуществляют в полном соответствии с требованиями утвержденных проектов и действующих нормативно-технических документов в соответствии с ГОСТ 32731, ГОСТ 32755, ГОСТ 32756, РД-11-05-2007 и СП 48.13330.2011 [13].

Технический контроль включает лабораторные определения показателей свойств и качества материалов асфальтобетонных смесей и ЩМАС, методы проведения которых предусмотрены в государственных стандартах, технических условиях и ведомственных строительных нормах. Режим приготовления образцов из асфальтобетонных и щебеночно-мастичных смесей и обработка результатов по видам испытаний должны соответствовать требованиям ГОСТ 12801 и ПНСТ 90-2016.

Работы по приготовлению асфальтобетонных смесей и ЩМАС и устройству покрытий из них в условиях пониженной температуры воздуха следует проводить под усиленным контролем инженерно-технического персонала и лаборатории.

Контроль качества работ ведут с момента поступления материалов и заканчивают при сдаче объекта в эксплуатацию.

При приемочном контроле качества готовой асфальтобетонной смеси и ЩМАС контролируют температуру выпускаемой смеси в кузове каждого автомобиля после ее выгрузки из смесителя или бункера-накопителя на территории предприятия – изготовителя.

Для проверки соответствия качества асфальтобетонной смеси и ЩМАС проводят приемосдаточные и периодические испытания.

При приемо-сдаточных испытаниях асфальтобетонных смесей и ЩМАС по ПНСТ 184-2016 и ПНСТ 183-2016 определяют температуру отгружаемой смеси при выпуске из смесителя или бункера-накопителя.

Отбирают одну объединенную пробу от партии в соответствии с ПНСТ 90-2016 и определяют для асфальтобетонных смесей:

- гранулометрический состав смеси и количество вяжущего;
- водонасыщение.

Предельно допустимые отклонения фактических значений отдельных показателей от указанных в рецепте значений должны соответствовать ПНСТ 184-2016, табл. 13.

Для ЩМАС определяют:

- гранулометрический состав смеси и количество вяжущего;
- стекание вяжущего;
- водонасыщение.

Предельно допустимые отклонения фактических значений отдельных показателей от указанных в рецепте значений должны соответствовать ПНСТ 183-2016, табл. 6.

Периодические испытания асфальтобетонных смесей и ЩМАС по ПНСТ 184-2016 и ПНСТ 183-2016 соответственно осуществляют не реже одного раза в 15 сут или на каждые 45 000 т, а также при каждом изменении свойств минеральных материалов (щебня, песка), марки минерального порошка и марки битумного вяжущего, используемых для приготовления смеси.

При периодическом контроле качества асфальтобетонных смесей по ПНСТ 184-2016 и асфальтобетонов определяют:

- гранулометрический состав смеси и количество вяжущего;
- содержание воздушных пустот;
- пустоты в минеральном заполнителе (ПМЗ);

- пустоты, наполненные битумным вяжущим (ПНБ);
- водонасыщение;
- водостойкость;
- среднюю глубину колеи;
- результаты испытаний дополнительных показателей (при необходимости).

При использовании дополнительных показателей смесей и асфальтобетонов периодичность испытаний определяют в контрактной, проектной или иной документации. Предельно допустимые отклонения фактических значений отдельных показателей от указанных в рецепте значений должны соответствовать ПНСТ 184-2016, табл. 13.

При периодическом контроле качества ЩМАС по ПНСТ 183-2016 и асфальтобетонов определяют:

- гранулометрический состав смеси и количество вяжущего;
- содержание воздушных пустот;
- стекание вяжущего;
- пустоты в минеральном заполнителе (ПМЗ);
- водонасыщение;
- водостойкость;
- среднюю глубину колеи;
- результаты испытаний дополнительных показателей (при необходимости).

При использовании дополнительных показателей ЩМАС и асфальтобетонов периодичность испытаний определяют в контрактной, проектной или иной документации.

Приемку асфальтобетонных смесей и ЩМАС проводят партиями. Партией считают количество смеси одного типа и состава, выпускаемое на одной смесительной установке в течение смены, но не более 3000 т.

На каждую партию отгруженной асфальтобетонной смеси, приготовленной в соответствии с ПНСТ 184-2016, потребителю выдают документ о качестве, в котором указывают обозначение применяемого стандарта и результаты испытаний, в том числе:

- наименование и адрес предприятия-изготовителя;
- номер и дату выдачи документа;

- наименование и адрес потребителя;
- номер заказа (партии) и количество (массу) смеси в партии;
- вид и тип смеси;
- зерновой состав и количество битумного вяжущего;
- содержание воздушных пустот;
- пустоты в минеральном заполнителе (ПМЗ);
- пустоты, наполненные битумным вяжущим (ПНБ);
- водонасыщение;
- водостойкость;
- среднюю глубину колеи;
- результаты испытаний дополнительных показателей (при необходимости);
- удельное содержание радионуклидов.

На каждую партию отгруженной ЩМАС, приготовленной в соответствии с ПНСТ 183-2016, потребителю выдают документ о качестве, в котором указывают обозначение применяемого стандарта и результаты испытаний, в том числе:

- наименование и адрес предприятия-изготовителя;
- номер и дату выдачи документа;
- наименование и адрес потребителя;
- номер заказа (партии) и количество (массу) смеси партии;
- тип смеси;
- рецепт смеси;
- стекание вяжущего;
- содержание воздушных пустот;
- пустоты в минеральном заполнителе (ПМЗ);
- водонасыщение;
- водостойкость;
- среднюю глубину колеи;
- результаты испытаний дополнительных показателей (при необходимости);
- удельное содержание радионуклидов.

При отгрузке смеси потребителю каждый автомобиль сопровождают транспортной документацией, в которой указывают:

- наименование и адрес предприятия-изготовителя;
- наименование и адрес потребителя;
- дату и время изготовления смеси;
- температуру отгружаемой смеси;
- вид, тип и количество смеси.

В случае несоответствия смеси и асфальтобетона требованиям более чем по двум показателям партию бракуют. При несоответствии смеси и асфальтобетона по одному или двум показателям потребитель дополнительно из партии материала подготавливает пять лабораторных проб и проверяет их на соответствие требованиям применяемого стандарта. В случае несоответствия двух или более проб партию бракуют.

Отбор проб при приготовлении асфальтобетонных смесей, приготовленных по ГОСТ 9128, в смесительных установках начинают не ранее чем через 30 мин после начала выпуска смеси. Для испытаний необходимо отобрать объединенную пробу, составленную из трех-четырех тщательно перемешанных между собой точечных проб выпущенной партии. При этом партией считается количество асфальтобетонной смеси одного состава, выпущенной на одной асфальтосмесительной установке в течение одной смены, но не более 1000 т.

Отбор точечных проб асфальтобетонных смесей производят в зависимости от производительности смесителя с интервалом от 15 до 30 мин. Точечные пробы отбирают непосредственно после выгрузки смеси из смесителя или накопительного бункера.

При проведении потребителем контрольных испытаний отбор проб производят из кузовов автомобилей, при этом из одного или нескольких автомобилей, в зависимости от объема поставляемой партии, отбирают три–четыре точечные пробы для одной объединенной пробы.

Масса объединенной пробы асфальтобетонных смесей в зависимости от размера зерен минерального материала должна быть не менее, указанной в ГОСТ 12801-98, табл. 1.

На каждую партию отгруженной и поступившей с завода к месту укладки асфальтобетонной смеси, приготовленной по ГОСТ 9128, потребителю выдают документ о качестве, в котором указывают обозначение настоящего стандарта и результаты испытаний, в том числе:

- наименование предприятия-изготовителя и его адрес;
- номер и дату выдачи документа;
- наименование и адрес потребителя;
- вид, тип и марку смеси;
- массу смеси;
- водостойкость для горячих смесей;
- водонасыщение;
- водостойкость при длительном водонасыщении для горячих смесей;
- пределы прочности при сжатии (при 50°C и 0°C – для горячих смесей);
- остаточную пористость и пористость минеральной части;
- сдвигоустойчивость по коэффициенту внутреннего трения и сцеплению при сдвиге;
- трещиностойкость по пределу прочности на растяжение при расколе при температуре 0°C и скорости деформирования 50 мм/мин;
- удельную эффективную активность естественных радионуклидов.

Для полимерасфальтобетона также указывают глубину вдавливания штампа, усталостную прочность и температуру трещиностойкости.

Для проверки соответствия качества ЦМАС требованиям ГОСТ 31015 при проведении приемосдаточных испытаний отбирают в соответствии с ГОСТ 12801 две пробы от партии, при этом отбор проб осуществляют из расчета получения одной объединенной пробы не более чем от 600 т смеси, и определяют температуру смеси, содержание вяжущего и зерновой состав минеральной части.

Если сменный выпуск смеси не превышает 600 т, то для отобранной пробы дополнительно определяют устойчивость к расслаиванию по показателю стекания вяжущего, водонасыщение и предел прочности при сжатии при температуре 50°C.

Если сменный выпуск смеси превышает 600 т, то для первой и второй, а затем для каждой второй пробы определяют устойчивость к расслаиванию по показателю стекания вяжущего, водонасыщение и предел прочности при сжатии при температуре 50°С.

Периодический контроль качества ЩМАС по ГОСТ 31015 осуществляют не реже одного раза в месяц и при каждом изменении материалов, используемых для приготовления смеси.

При периодическом контроле качества и подборе состава ЩМАС по ГОСТ 31015 определяют пористость минеральной части, остаточную пористость, предел прочности при сжатии при 20°С, водостойкость при длительном водонасыщении, коэффициент внутреннего трения и сцепление при сдвиге при температуре 50°С, предел прочности на растяжение при расколе при температуре 0°С, сцепление битума с минеральной частью смеси. При периодическом контроле также рассчитывают показатель однородности щебеночно-мастичной смеси.

Удельную эффективную активность естественных радионуклидов принимают по максимальной величине удельной эффективной активности естественных радионуклидов в применяемых минеральных материалах. Эти данные указывает в документе о качестве предприятие-поставщик.

В случае отсутствия данных о содержании естественных радионуклидов предприятие-изготовитель смеси силами специализированной лаборатории осуществляет входной контроль материалов в соответствии с ГОСТ 30108.

На каждую партию отгружаемой ЩМАС, приготовленной по ГОСТ 31015, потребителю выдают документ о качестве, в котором указывают результаты приемосдаточных и периодических испытаний, в том числе:

- наименование предприятия-изготовителя и его адрес;
- номер и дату выдачи документа;
- наименование и адрес потребителя;
- номер заказа (партии) и количество (массу) смеси;
- вид смеси;
- температуру смеси;

- показатель устойчивости к расслаиванию;
- сцепление битума с минеральной частью смеси;
- водонасыщение;
- пределы прочности при сжатии при температуре 50°С и 20°С;
- пористость минеральной части;
- остаточную пористость;
- водостойкость при длительном водонасыщении;
- показатели сдвигоустойчивости;
- показатель трещиностойкости;
- однородность смеси;
- удельную эффективную активность естественных радионуклидов;
- обозначение применяемого стандарта.

Потребитель имеет право проводить контрольную проверку соответствия асфальтобетонной и щебеночно-мастичной смесей требованиям ГОСТ 9128, ПНСТ 184-2016, ГОСТ 31015, ПНСТ 183-2016, соблюдая стандартные методы отбора проб, приготовления образцов и испытаний в соответствии с требованиями ГОСТ 12801 и ПНСТ 90-2016.

Результаты входного контроля фиксируют в Журнале учета результатов входного контроля по форме: ГОСТ 24297-2013, прил. 1.

Перед устройством асфальтобетонного покрытия необходимо проверять ровность, плотность и чистоту основания. Все операции по очистке поверхности основания от снега и льда, просушке и нагреву должны проводиться в присутствии представителя службы технического контроля или ответственного технического работника строительной организации.

Особое внимание необходимо обратить на исправную работу всех горелок терморазогревателя, предназначенного для разогрева основания.

Чтобы установить допустимое время на укладку и уплотнение асфальтобетонной смеси, следует не реже 2 раз в смену определять температуру воздуха и скорость ветра на объекте строительства и вносить коррективы в технологию выполнения работ.

В процессе работы асфальтоукладчика необходимо контролировать параметры работы его уплотняющих органов.

На первых захватках пробной укаткой определяют степень уплотнения готового покрытия, испытывая отобранные керны (вырубки). В случае необходимости уточняют количество проходов по одному следу катка каждого типа. Такой контроль необходимо проводить и при значительных изменениях погодных условий, а именно: при изменении температуры воздуха более чем на 5°С и увеличении скорости ветра более 6 м/с.

Операционный контроль осуществляют в ходе выполнения строительных процессов или производственных операций с целью обеспечения своевременного выявления дефектов и принятия мер по их устранению и предупреждению.

При операционном контроле проверяют соблюдение технологии выполнения работ, их соответствие рабочему проекту и нормативным документам.

В процессе устройства асфальтобетонных слоев и в период их формирования контролируют:

- ровность, плотность и состояние основания;
- температуру асфальтобетонной смеси во время укладки и уплотнения;
- ровность и равномерность толщины асфальтобетонных слоев с учетом коэффициента уплотнения;
- режим уплотнения;
- качество сопряжения полос асфальтобетонного покрытия;
- высоту материала перед выглаживающей плитой;
- скорость укладки;
- ширину укладки;
- соответствие поперечного и продольного уклонов проекту.

Результаты операционного контроля должны быть зарегистрированы в Общем журнале работ в соответствии с РД-11-05-2007 (прил. 1) и актах приемки скрытых работ в соответствии с ГОСТ 32756-2014 (форма Д.1, прил. Д).

При контроле готового асфальтобетонного покрытия проверяют: толщину слоя покрытия и сцепление его с нижележащим слоем, ко-

эффицент уплотнения. Ширину и поперечный профиль покрытия проверяют через 100 п.м. Ровность покрытия в продольном и поперечном направлении проверяют через 30–50 м. Замеры производят параллельно оси дороги на расстоянии 1–1,5 м от кромки покрытия.

Высотные отметки асфальтобетонного слоя по оси контролируют с помощью нивелира в соответствии с СП 78.13330.2012 (пункт 2.1, табл. А.1, прил. А);

Ширину асфальтобетонного слоя контролируют с помощью рулетки в соответствии с СП 78.13330.2012 (пункт 2.2.2, табл. А.1, прил. А).

Толщину асфальтобетонного слоя контролируют с помощью линейки в соответствии с СП 78.13330.2012 (пункт 2.3.2, табл. А.1, прил. А).

Поперечные уклоны асфальтобетонного слоя контролируют с помощью трехметровой рейки в соответствии с СП 78.13330.2012 (пункт 2.4, табл. А.1, прил. А);

Ровность асфальтобетонного слоя контролируют с помощью трехметровой рейки, прибором ПКРС-2у, нивелированием на соответствие допускам, приведенным в СП 78.13330.2012 (пункты 2.5.1 и 2.5.2, табл. А.1, прил. А);

Коэффициент уплотнения асфальтобетонного слоя контролируют путем отбора кернов с помощью керноотборника для асфальтобетона по ГОСТ 12801. Проверяют соответствие полученных показателей допускам, представленным в СП 78.13330.2012 (пункты 12.5.2–12.5.3).

Результаты контроля следует оформлять в ведомость промеров ширины, толщины, поперечных уклонов, ровности и в общий журнал работ. Рекомендуемая форма ведомости приведена в ГОСТ 32756-2014 (прил. Г, форма Г.2), рекомендуемая форма журнала – в РД-11-05-2007 (прил. 1).

При устройстве асфальтобетонного покрытия контролируемые параметры, частота их определения и допустимые отклонения от нормативных значений регламентируются СП 78.13330.2012.

Качество производства работ обеспечивается выполнением требований к соблюдению необходимой технологической последовательности при выполнении взаимосвязанных работ и техническим контролем за ходом работ, изложенным в ПОС и ППР, а также в Схеме опе-

рационального контроля качества работ. Пример заполнения Схемы операционного контроля качества работ приведен в таблице.

Таблица

Состав и объем проводимого контроля	Наименование операций, подлежащих контролю	Способы контроля	Объем контроля	Кто контролирует
Ширина слоя – ± 5 см Поперечные уклоны – $\pm 0,005$ Высотные отметки – ± 10 мм Положение оси – ± 10 мм	Разбивочные работы слоя покрытия	Инструментально	Не реже, чем через 100 м	Геодезист
Чистота поверхности основания, отсутствие снега и льда. Качество подгрунтовки Температура основания (нижнего слоя покрытия) перед укладкой асфальтобетонного слоя	Подготовка основания	Визуально Инструментально	Все основание	Прораб Строительная лаборатория
Входной контроль согласно ГОСТ 9128, ГОСТ 1280, ГОСТ 31015, ПНСТ 184-2016, ПНСТ 183-2016	Приемка асфальтобетонной смеси и ЦМАС Каждая автомашин	Лабораторный контроль, визуально	3-4 пробы из 1-й партии асфальтобетонной смеси и ЦМАС	Строительная лаборатория, прораб, бригадир
Качество сопряжения (швы) Толщина слоя – ± 5 мм Ширина покрытия – ± 5 см Поперечный уклон – $\pm 0,005$ Просвет под 3-м рейкой – 3 мм	Укладка смеси асфальтоукладчиком	Инструментальный промер	Не реже чем через 100 м	Геодезист, прораб, бригадир
Высотные отметки верха по оси ± 10 мм Ширина слоя до ± 5 см Толщина слоя до ± 5 мм Поперечные уклоны $\pm 0,005$ Минимальная температура уплотнения смеси – не менее 75°C Коэффициент уплотнения асфальтобетона: нижний слой покрытия – 0,98; верхний слой – 0,99	Уплотнение асфальтобетонного покрытия	Инструментальный промер, термометр, лабораторный контроль	В соответствии с СП 78.13330.2012, прил. А, табл. А.1	Геодезист, прораб, бригадир, строительная лаборатория

Приемочный контроль асфальтобетонного покрытия осуществляют в соответствии с СП 78.13330.2012.

При приемочном контроле надлежит проверять качество работ выборочно, по усмотрению Заказчика или Генерального подрядчика с целью проверки эффективности ранее проведенного операционного контроля и соответствия выполненных работ проектной и нормативной

документации, с составлением актов освидетельствования скрытых работ. Этот вид контроля может быть проведен на любой стадии работ.

Результаты контроля качества работ, осуществляемого техническим надзором заказчика, авторским надзором, инспекционным контролем и замечания лиц, контролирующих производство и качество работ, должны быть занесены в Общий журнал работ в соответствии с РД-11-05-2007 (прил. 1).

По окончании устройства покрытия выполненные работы предъявляют заказчику для подписания акта, к которому прилагают:

- общий журнал работ;
- исполнительную схему инструментальной проверки законченного слоя покрытия с нанесением на ней отклонений от проекта, допущенных в процессе строительства;
- паспорта на асфальтобетонную смесь;
- акты на скрытые работы.

Вся приемо-сдаточная документация должна соответствовать требованиям СП 48.13330.2011.

Результаты контроля выполнения работ следует оформлять в общем журнале работ в соответствии с РД-11-05-2007 (прил. 1) [13] и актах освидетельствования скрытых работ в соответствии с ГОСТ 32756-2014 (прил. Д, форма Д.1).

Разрешается осуществлять приемку отдельными участками, расположение и протяженность которых устанавливает заказчик по согласованию со строительной организацией.

При приемке объекта в эксплуатацию оценивают коэффициент сцепления базовым прибором ПКРС-2У или другими приборами, показания которых коррелируются с базовым прибором. Значения измеренного коэффициента сцепления должны быть не ниже значений, указанных в проекте. Оценка коэффициента сцепления должна производиться в соответствии с действующими нормативными документами при температуре воздуха не ниже +5°C.

Шероховатость дорожных покрытий следует измерять методом «песчаного пятна» (прибор КП-139). На каждой полосе движения следует проводить пять измерений на 1000 м по одной полосе наката.

При приёмке выполненных работ производят освидетельствование работ в натуре, выполняют контрольные замеры, проверку результатов производственных и лабораторных испытаний строительных материалов и контрольных образцов, проверку записей в общем журнале работ и специальных журналах по выполнению отдельных видов работ.

Приемка работ при устройстве асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог осуществляется в соответствии с законодательными актами, стандартами, строительными нормами и правилами, другими нормативными документами, действующими в Российской Федерации.

Приемку выполненных работ осуществляет специальная комиссия, в состав которой входят представители подрядной организации, технического надзора заказчика, проектной организации. Материалы и необходимые условия для работы комиссии готовит подрядчик.

Комиссия определяет объемы работ, осуществляет их освидетельствование (правильность выполнения в натуре), знакомится с технической документацией, изучает материалы технического надзора, рекламации надзорных организаций.

Выполненные работы предъявляются подрядчиком к приемке приемочной комиссией. Приемка работ оформляется актами установленной формы, с указанием гарантийных сроков. Датой приемки работ считается дата подписания акта приемочной комиссией, с этой даты начинается гарантийный срок.

Промежуточная приемка (освидетельствование) скрытых работ производится по мере окончания работ или восстановления конструктивных элементов, отнесенных к категории скрытых работ.

Освидетельствование скрытых работ проводит комиссия, включающая представителей подрядчика, представителя технического надзора заказчика и проектной организации. По решению заказчика для освидетельствования могут привлекаться специалисты-эксперты, лаборанты и геодезисты.

При освидетельствовании скрытых работ производят: проверку правильности их выполнения в натуре; знакомство с технической до-

кументацией; изучение материалов технического надзора, независимого контроля качества работ.

По результатам освидетельствования скрытых работ оформляют соответствующий акт. В акте дается оценка соответствия выполненных работ действующим нормативным документам.

Не производится приемка работ: при наличии отступлений от проектной документации, не согласованных в установленном порядке; при наличии нарушений обязательных требований нормативных документов; если нарушение требований норм повлекло за собой снижение уровня безопасности движения, потерю прочности, устойчивости, надежности сооружений, их частей или отдельных элементов.

Если нарушение повлекло за собой снижение прочности, устойчивости, надежности объекта (его частей, элементов), то заказчик имеет право не оплачивать работы, выполненные с отступлением от проекта. Штрафные санкции не освобождают подрядчика от обязанности устранения допущенных им нарушений и возмещения ущерба.

6.2. Охрана труда при устройстве асфальтобетонных покрытий в условиях пониженной температуры воздуха

Работы по приготовлению асфальтобетонных смесей и строительству асфальтобетонных покрытий в условиях пониженной температуры воздуха должны производиться в соответствии с требованиями СНиП 12-03-2011 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования», «Правила охраны труда при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог» [7, 8].

Для обеспечения безопасности работ необходимо место строительства асфальтобетонного покрытия оградить в соответствии с ОДМ 218.6.019-2016 «Рекомендации по организации движения и ограждения мест производства дорожных работ». Схемы всех видов работ в пределах полосы отвода дороги или в «красных линиях» утверждаются владельцем автомобильной дороги с уведомлением ГИБДД [10].

Объект строительства и АБЗ должны иметь мобильную связь.

В темное время суток место строительства необходимо освещать, устраивать вокруг него световую сигнализацию; все технологические машины должны работать с включенными габаритными огнями.

При работе по осушению и нагреву основания с помощью газового терморазогревателя с горелками инфракрасного излучения нельзя допускать выгорания органического вяжущего из асфальтобетона и подобных им материалов основания. Для этого следует строго соблюдать рекомендуемую продолжительность разогрева поверхности основания, которая регулируется скоростью движения терморазогревателя, а также установкой необходимой высоты разогревающей панели над поверхностью основания.

В зоне работы терморазогревателя должны находиться только машинист газовой системы, который выполняет заправку, наладку, регулировку газовой системы и следит за ее исправной работой, и машинист-оператор, управляющий терморазогревателем.

В зоне работы газового терморазогревателя запрещается остановка всех видов транспортных средств и механизмов.

В процессе производства работ с использованием газового терморазогревателя необходимо строго соблюдать правила пожарной безопасности и принимать меры по предотвращению возгорания сухой растительности на полосе отвода. Терморазогреватель должен быть оснащен соответствующими средствами пожаротушения.

После окончания рабочей смены газовый терморазогреватель отводят с проезжей части дороги на специально подготовленную площадку.

На объекте работ должны быть установлены обогреваемые передвижные вагончики, оснащенные аптечкой с медикаментами, носилками, фиксирующими шинами и другими средствами для оказания первой медицинской помощи.

Вагончики должны быть снабжены баком с питьевой водой, ящиком для хранения инструмента. Должны быть оборудованы помещения для принятия пищи и кратковременного отдыха рабочих.

Рабочие и линейные ИТР должны быть обеспечены теплой спецодеждой согласно действующим нормам.

Дорожно-строительные работы должны выполняться в спецодежде и спецодежде. Рабочие, обслуживающие машины, должны быть одеты в спецодежду установленного образца, а также специальные сигнальные жилеты.

Лицо, ответственное за безопасное производство работ, обязано:

- ознакомить рабочих с технологической картой под роспись;
- следить за исправным состоянием машин, механизмов и приспособлений;
- разъяснить работникам их обязанности и последовательность выполнения операций.

К выполнению работ допускаются лица в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие:

- медицинский осмотр и признанные годными для работы в строительстве;
- обучение и проверку знаний по безопасным методам и приемам труда, пожарной безопасности, оказанию первой медицинской помощи и имеющие специальное удостоверение;
- вводный инструктаж по технике безопасности, производственной санитарии и инструктаж непосредственно на рабочем месте.

Повторный инструктаж проводится не реже одного раза в три месяца. Проведение инструктажа регистрируется в специальном журнале.

Техническое состояние машин необходимо проверять перед началом каждой смены. Каждая машина должна быть оборудована звуковой сигнализацией. Перед пуском ее в действие необходимо убедиться в их исправности, наличии на них защитных приспособлений, отсутствие посторонних лиц на рабочем участке. При работе нескольких машин, идущих друг за другом, необходимо соблюдать дистанцию между ними не менее 10 м.

Машинистам запрещается:

- работать на неисправных механизмах;
- на ходу, во время работы устранять неисправности;
- оставлять механизм с работающим двигателем;
- допускать посторонних лиц в кабину механизма;
- стоять перед диском с запорным кольцом при накачивании шин.

Подача автомобиля-самосвала задним ходом к месту выгрузки, должна производиться водителем только по команде дорожного рабочего, осуществляющего приемку груза.

При устройстве асфальтобетонного покрытия запрещается:

- становиться на подножку движущейся машины для измерения температуры асфальтобетонной смеси, находящейся в кузове;

- во время разгрузки автомобиля-самосвала в перегружатель рабочим находиться у бункера, а так же между бункером и автомобилем-самосвалом с асфальтобетонной смесью. Разгрузку смеси можно производить только после предварительного предупреждения рабочих, занятых на ее укладке;

- производить замер температуры асфальтобетонной смеси в движущемся автосамосвале;

- работать, стоя на горячей смеси при ее укладке;

- отдыхать на укатываемом асфальтобетонном покрытии. Отдых при перерывах в работе разрешается только в отведенном бытовом помещении;

- оставлять открытыми колодцы подземных сооружений, находящиеся в зоне производства работ;

- подниматься в кузов автомобиля-самосвала при затруднениях с выгрузкой смеси. Застрявшую в кузове смесь необходимо выгружать при помощи специальных скребков или лопат с ручкой длиной не менее 2 м, стоя на земле. Нельзя ударять по днищу кузова снизу.

Кроме того необходимо знать, что:

- инструмент, применяемый для отделки асфальтобетонного покрытия, должен быть подогрет в передвижной жаровне;

- при перерыве в работе асфальтоукладчик, перегружатель и катки необходимо очистить от асфальтобетонной смеси, осмотреть, установить в одну колонну.

С обеих сторон колонны машин должны быть поставлены ограждения с красными сигналами (днем – светоотражающие флажки, ночью – фонари).

Окраска дорожных машин должна быть выполнена в соответствии с ГОСТ 12.4.026 и ОСТ 218.011.

Вопросы для самопроверки

1. Как осуществляется входной, операционный и приемочный контроль качества при устройстве асфальтобетонных покрытий?
2. Что контролируют при приемочном контроле качества готовой асфальтобетонной смеси и ЩМАС?
3. Какие характеристики асфальтобетонных смесей и ЩМАС определяют при приемо-сдаточных испытаниях?
4. Как проводят периодические испытания асфальтобетонных смесей и ЩМАС?
5. Что определяют при периодическом контроле качества асфальтобетонных смесей и ЩМАС?
6. Как производится приемка асфальтобетонных смесей и ЩМАС?
7. Как производится отбор проб при приготовлении асфальтобетонных смесей?
8. Какие показатели определяют при периодическом контроле качества и подборе состава ЩМАС?
9. Что определяют при пробной укатке асфальтобетонного слоя?
10. Что контролируют при операционном контроле в процессе устройства асфальтобетонных слоев?
11. Какие показатели проверяют при приемочном контроле асфальтобетонного покрытия?
12. Как контролируется коэффициент уплотнения асфальтобетонного слоя?
13. Как и чем контролируются коэффициент сцепления и шероховатость асфальтобетонного покрытия?
14. Что необходимо произвести для обеспечения безопасности работ при строительстве асфальтобетонного покрытия?
15. Как производить работы по строительству асфальтобетонных покрытий в темное время суток?
16. Что необходимо обеспечить на участке строительства асфальтобетонного покрытия при работе газового терморазогревателя?
17. Чем должны быть оснащены объект производства работ и дорожные рабочие при устройстве асфальтобетонных покрытий в условиях пониженных температур воздуха?
18. Что запрещается делать при устройстве асфальтобетонного покрытия?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы над пособием был проведен сбор и анализ информации о существующих способах устройства асфальтобетонных покрытий при пониженной температуре воздуха в нашей стране и за рубежом, с различной интенсивностью движения, в различных дорожно-климатических зонах.

Проведен обзор научных исследований, связанных с методами увеличения продолжительности строительного сезона по устройству асфальтобетонных покрытий из горячих асфальтобетонных смесей при пониженной температуре воздуха.

Обобщен опыт устройства асфальтобетонных покрытий в условиях пониженных температур воздуха, с учетом использования специальных технологий, машин и механизмов и материалов.

Определены требования к асфальтобетонным и полимерасфальтобетонным смесям и специальным добавкам к ним, позволяющих снижать минимальную температуру укладки смесей, обеспечивать удобоукладываемость и уплотняемость смеси с требуемым коэффициентом уплотнения в условиях пониженных температур воздуха.

Осуществлен расчет технологических параметров укладки и уплотнения слоев асфальтобетонных покрытий при неблагоприятных погодных условиях. Дано расчетное обоснование длины захватки и отряда дорожно-строительных машин для устройства асфальтобетонных покрытий при пониженной температуре воздуха.

Рассмотрены вопросы контроля качества и техника безопасности при устройстве асфальтобетонных покрытий в условиях пониженной температуры воздуха.

СПИСОК ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ

Автомобильная дорога – комплекс конструктивных элементов, предназначенных для движения с установленными скоростями, нагрузками и габаритами автомобилей и иных наземных транспортных средств, осуществляющих перевозки пассажиров и (или) грузов, а также участки земель, предоставленные для их размещения.

Асфальтобетонная смесь – рационально подобранная смесь минеральных материалов (щебня (гравия) и песка с минеральным порошком или без него) с битумом, взятых в определенных соотношениях и перемешанных в нагретом состоянии.

Асфальтобетон – уплотненная асфальтобетонная смесь.

Дорожная одежда – конструктивный элемент автомобильной дороги, воспринимающий нагрузку от транспортных средств и передающий ее на земляное полотно.

Дорожное покрытие – верхняя часть дорожной одежды, устраиваемая на дорожном основании, непосредственно воспринимающая нагрузки от транспортных средств и предназначенная для обеспечения заданных эксплуатационных требований и защиты дорожного основания от воздействия погодных-климатических факторов.

Модифицированная асфальтобетонная смесь – рационально подобранная смесь минеральных материалов (щебня, песка, минерального порошка) и битумного вяжущего со специальными добавками, позволяющими увеличить время транспортирования смеси, продлить сроки проведения дорожных работ при пониженных температурах воздуха, повысить удобоукладываемость и уплотняемость смеси, а также улучшить водостойкость асфальтобетона, не ухудшая при этом другие показатели качества.

Пластификаторы – вещества, которые вводят в состав полимерных материалов для придания им (или повышения) эластичности и (или) пластичности при переработке и эксплуатации.

Покрытие дорожное асфальтобетонное – покрытие капитального типа, построенное из плотных асфальтобетонных смесей (горячих или холодных) и уплотнённое.

Полимерно-битумное вяжущее (ПБВ) – вяжущее на основе вязких дорожных битумов, полученное введением полимеров – блок-сополимеров типа стирол-бутадиен-стирол, пластификаторов и поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Полимерасфальтобетонная смесь – рационально подобранная смесь минеральных материалов (щебня, песка и минерального порошка), взятых в регламентированных настоящим стандартом соотношениях с ПБВ и перемешанных в нагретом состоянии.

Полимерасфальтобетон – уплотненная полимерасфальтобетонная смесь.

Пониженная температура воздуха – температура окружающего воздуха в интервалах от плюс 5°С до минус 10°С, при которой производится устройство дорожного покрытия из горячей асфальтобетонной смеси.

Прочность дорожной одежды – свойство дорожной одежды сохранять сплошность своей поверхности (отсутствие трещин) и ровность в допустимых пределах под воздействием многократно повторяющихся нагрузок от движущегося транспорта и погодно-климатических факторов в течение срока службы.

Терморазогреватель – машина для разогрева конструктивных слоев дорожной одежды (основания или покрытия).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. СП 78.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85. – М.: Минрегион России, 2013. – 67 с.
2. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85. – М.: Госстрой России, 2013. – 91 с.
3. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. – М.: Госстрой России, 2012. – 109 с.
4. Методические рекомендации по строительству асфальтобетонных покрытий при пониженных положительных и отрицательных (до минус 10°С) температурах воздуха. – М.: СоюзДорНИИ, 1990. – 32 с.
5. Методические рекомендации по устройству верхних слоев покрытий автомобильных дорог из крупнозернистых асфальтобетонных смесей. – М.: СоюзДорНИИ, 1990. – 31 с.
6. СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. – М.: Минрегион России, 2010. – 87 с.
7. СНиП 12-03-2011. Безопасность труда в строительстве. Ч. 1. Общие требования. – М.: Госстрой России, 2001. – 43 с.
8. Правила охраны труда при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог. – М.: Минтрансстрой, 1993. – 44 с.
9. ТР103-00. Технические рекомендации по устройству дорожных конструкций с применением асфальтобетона. – М., 2007. – 50 с.
10. ОДМ 218.6.019-2016. Рекомендации по организации движения и ограждения мест производства дорожных работ. – М.: Росавтодор, 2016. – 112 с.
11. ОСТ 218.010-98. Вяжущие полимерно-битумные дорожные на основе блоксополимеров типа СБС. Технические условия. – М.: Росавтодор, 1998. – 13 с.
12. Руководство по применению поверхностно-активных веществ при строительстве асфальтобетонных покрытий. – Взамен ВСН 59-68. – М.: Росавтодор, 2003. – 41 с.

13. РД-11-05-2007. Порядок ведения общего и (или) специального журнала учета выполнения работ при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства. – М.: Ростехнадзор, 2007. – 109 с.

Дополнительная

14. Иванченко, С.Н. Обеспечение качества асфальтобетона с учетом особенностей свойств составляющих и технологии уплотнения: учеб. пособие / С.Н. Иванченко, Н.И. Ярмолинская, А.А. Парфенов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2016. – 225 с.

15. Технологический регламент на устройство верхнего слоя основания и нижнего слоя покрытия при пониженных температурах воздуха (до минус 5°С). Строительство автомобильной дороги М-20 «Санкт-Петербург – Псков – Пустошка – Невель» до границы с Республикой Беларусь на участке обхода г. Луга. – Санкт-Петербург.: Закрытое акционерное общество «ВАД», 2008. – 6 с.

16. Технологическое обеспечение качества строительства асфальтобетонных покрытий: метод. рекомендации / В.Н. Шестаков [и др.]. – 2-е изд., доп. и изм. – Омск: ОАО «Омский дом печати», 2004. – 256 с.

Учебное издание

УШАКОВ Виктор Васильевич
ЯРМОЛИНСКИЙ Владимир Аполенарьевич

УСТРОЙСТВО
АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ
ПОКРЫТИЙ
ПРИ ПОНИЖЕННОЙ
ТЕМПЕРАТУРЕ ВОЗДУХА

Учебное пособие

Редактор И.А. Короткова

Редакционно-издательский отдел МАДИ. E-mail: rio@madi.ru

Подписано в печать 02.10.2018 г. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 6,5. Тираж 250 экз. Заказ . Цена 215 руб.
МАДИ, Москва, 125319, Ленинградский пр-т, 64.