Министерство транспортного строительства

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
(СОЮЗДОРНИИ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО УСТРОЙСТВУ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД С ОСНОВАНИЯМИ ИЗ БИТУМОМИНЕРАЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

Одобрены Главным техническим управлением Минтрансстроя

Москва 1976

gost.e-ecolog.ru

УДК 625.855.3+625.731.85

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРОЙСТВУ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД С ОСНОВАНИЯМИ ИЗ БИТУМО-МИНЕРАЛЬНЫХ СМЕСЕЙ. Союздорнии. М., 1976

Изложены требования к исходным минеральным и вяжущим материалам и битумоминеральным смесям, вопросы технологии производства работ, приведены типы конструкций дорожных одежд.

Приведены некоторые теоретические положения, характеризующие процесс остывания смеси, нарастание плотности смеси при укатке и энергоемкость процесса уплотнения.

"Методические рекомендации" разработаны на основе результатов лабораторных исследований, испытаний моделей дорожных одежд в грунтовом канале Союздорнии и широкого опытно-производственного строительства.

Табл.13, рис.4.

© Союздорнии, 1976г.

УДК 625.855.3+625.731.85

Предисловие

Многолетние наблюдения за состоянием асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог показывают, что начало разрушения (появление трещин) покрытий зависит от многих причин, в том числе и от общей толщины асфальтобетонного покрытия и основания и типа этого основания.

Дорожные одежды с основаниями из щебня или гравия дают большие прогибы, особенно весной, что на дорогах с интенсивным движением автомобилей, особенно большой грузоподъемности, приводит к повышенным растягивающим напряжениям в нижней части слоя покрытия и преждевременному усталостному разрушению асфальтобетона. Помимо этого, щебень (гравий) в основании подвержен истиранию из-за взаимного перемещения зерен при деформациях, что приводит к местным просадкам, еще больше увеличивающим прогибы. Все это является одной из причин появления трещин в покрытиях.

Основания из битумоминеральных смесей образуют монолитную плиту, работающую в упругой стадии даже при уменьшении несущей способности грунта земляного полотна в период его оттаивания.

Свойства битумоминеральных материалов и значительная общая толщина покрытия и основания способствуют уменьшению растягивающих напряжений в нижней части основания. Истирания зерен в таком основании не происходит.

Помимо силовых воздействий нагрузок на покрытие дополнительно действуют температурные напряжения, тем значительнее, чем тоньше слой асфальтобетона. Эти растягивающие напряжения также способствуют появлению на покрытии поперечных трещин.

Если тонкий слой промерзает практически одинаково на поверхности и у подошвы, то значительная суммарная толщина асфальтобетонного покрытия и битумоминерального основания предохраняет нижний слой основания от промерзания и соответственно в нем сохраняется значительная доля пластических свойств, препятствующих растрескиванию.

Практика показывает, что во II и III дорожно-климатических зонах конструкция с общей толщиной асфальтобетонного покрытия и битумоминерального основания 20–25 см практически не подвержена трещинообразованию.

Это указывает на целесообразность применения оснований из битумоминеральных смесей, укладываемых и уплотняемых одним слоем толщиной до 20–25 см в плотном состоянии.

Работы по устройству таких оснований, начатые в Союздорнии в 1969 г., показали возможность укладки и уплотнения слоев увеличенной толщины обычными средствами механизации, при этом достигалась большая плотность, чем при уплотнении тонких слоев.

В результате выполненных исследований, обобщения накопленного производственного опыта и ранее изданных рекомендаций разработаны настоящие "Методические рекомендации по устройству дорожных одежд с основаниями из битумоминеральных смесей", в которых приведены типы конструкций дорожных одежд, основные требования к исходным материалам и битумоминеральным смесям, производство работ, а также некоторые положения, характеризующие процесс остывания смеси, нарастание плотности смеси при ее укатке и учет энергоемкости процесса уплотнения.

В приложении приведены данные об экономической эффективности устройства оснований из битумоминеральных смесей и технические характеристики применяемых машин.

"Методические рекомендации" составили кандидаты

технических наук Н.В.Горелышев, К.Я.Лобзова, Н.П.Вощинин, В.А.Смоленцева, И.П.Шульгинский и Ю.Я.Андрейченко.

Отзывы и пожелания по данной работе просьба направлять по адресу: 143900 Балашиха-6 Московской обл., Союздорнии.

I. Общие положения

1.1. Настоящими "Методическими рекомендациями" следует руководствоваться при проектировании и строительстве автомобильных дорог с асфальтобетонными покрытиями и основаниями из битумоминеральных смесей слоями более 10 см.

1.2. Слои, укладываемые и уплотняемые толщиной не менее 10 см в плотном слое, в дальнейшем принято называть слоями "увеличенной толщины".

1.3. Основные преимущества асфальтобетонных покрытий на основаниях из битумоминеральных смесей следующие:

а) основание в дорожной одежде работает как упругая плита в широком интервале температур;

б) покрытие и основание в дорожной одежде работают совместно, благодаря сродству теплофизических и механических свойств материалов, что увеличивает долговечность одежды в целом;

в) такая дорожная одежда обладает повышенными теплоизолирующими свойствами, что дает возможность уменьшить толщину дополнительного слоя основания;

г) битумоминеральные основания увеличенной толщины позволяют устраивать простейшие конструкции дорожной одежды даже на дорогах II категории (поверхностная обработка одиночная или двойная и др.);

д) каменные материалы, применяемые для приготовления битумоминеральных смесей, могут быть малопрочными и нефракционированными, если их зерновой состав соответствует рекомендуемому. Возможно также применение гравийно-песчаных смесей с добавкой дробленых материалов (20-30%). Такие каменные материалы можно применять для устройства оснований даже на дорогах I-II категории;

е) в качестве вяжущего следует использовать до-

рожные вязкие битумы: БНД-40/60, БНД-60/90, БНД-90/130;

ж) укладка и уплотнение смесей слоями увеличенной толщины производятся обычными средствами механизации без каких-либо приспособлений или их переоборудования.

1.4. Основным преимуществом технологии производства работ при устройстве оснований и покрытий слоями увеличенной толщины является сохранение высокой температуры уложенной смеси значительно более длительное время по сравнению с тонкими слоями. Это позволяет увеличить время уплотнения смеси, создать лучший температурный режим уплотнения, поскольку при более высокой температуре асфальтобетонная смесь уплотняется лучше и с меньшими энергетическими затратами. Время на укладку и уплотнение смеси слоем увеличенной толщины уменьшается по сравнению с последовательной укладкой и уплотнением двух или трех слоев.

1.5. При уплотнении оснований из битумоминеральных смесей необходимо следить за температурным интервалом, в котором проводится укатка, числом проходов катков для получения требуемой плотности.

1.6. Число проходов катков при уплотнении смесей, укладываемых слоем увеличенной толщины, ориентировочно определяют по формуле и уточняют пробной укаткой:

$$A_{уд} = \frac{q f n_0}{H} \quad \text{или} \quad n_0 = \frac{A_{уд} H}{q f}, \quad (1)$$

где $A_{уд}$ – удельная работа: 20–30 кгс/см^3 при $H \leq 8$см и 12–18 кгс·см/см^3 при $H \geq 10$ см;

n_0 – число проходов катка по одному следу при температуре смеси 100–120°С;

H – толщина уплотняемого слоя в плотном теле;

$q = \frac{Q}{B}$ – удельное линейное давление катка;

Q – масса катка;

B – ширина уплотняемой полосы катка;

f – коэффициент сопротивления движению катка;

f_1 = 0,2 при первых проходах и f_2 = 0,05 при последних проходах. Можно принимать $f = f_{ср}$ = 0,08÷0,12.

С учетом температуры смеси (табл.1) число проходов катка можно принимать по формуле

$$n = K n_0. \qquad (2)$$

Таблица 1

Температура уплотняемой смеси, °С	Коэффициент K
140–120	0,6
120–100	1,0
100–80	1,8

Определение расчетного числа проходов в зависимости от типа катка и температуры смеси приведено в приложении 1.

1.7. Температура асфальтобетонных смесей при выпуске из смесителя на АБЗ при применении битума марок БНД-90/130, БНД-60/90, БНД-40/60 должна составлять 140–160°С без добавок ПАВ и 120–140°С с добавками ПАВ.

1.8. Температура смеси в зависимости от толщины укладываемого слоя может быть определена по формулам:

$$T_т = K_1 T_н + 12^\circ \qquad (3)$$

при $T_в > 12^\circ$; $T_{вс} > 12^\circ$ и $H < 8$ см;

$$T_\tau = K_1 T_н + 1,6^\circ \qquad (4)$$

при $T_в < 10^\circ$; $T_{ос} < 10^\circ$ и $H < 8$ см;

$$T_\tau = K_2 T_н + 3\tau \qquad (5)$$

при любых $T_в$ и $T_{ос}$ и $H > 12$ см,

где T_τ – температура смеси по прошествии времени, ч;

$T_н$, $T_в$, $T_{ос}$ – соответственно температура смеси начальная, воздуха, основания;

H – толщина уплотняемого слоя в плотном теле;

K_1, K_2 – коэффициенты, определяемые в зависимости от времени τ и скорости ветра v, приведены в табл.2.

Таблица 2

Время τ, ч	Скорость ветра v, м/с	Значения коэффициентов K_1 при толщине уплотняемого слоя см		K_2 при толщине уплотняемого слоя см	
		5	15	20	
1	6	0,34	0,70	0,76	
	3–5	0,38	0,73	0,79	
	3	0,47	0,77	0,89	
2	6	0,17	0,55	0,64	
	3–5	0,22	0,60	0,68	
	3	0,32	0,68	0,76	
3	6	0,09	0,44	0,55	
	3–5	0,14	0,51	0,61	
	3	0,23	0,61	0,70	

1.8. Типы конструкций дорожных одежд с основаниями из битумоминеральных смесей для дорог 1-1У категорий приведены на рис.1.

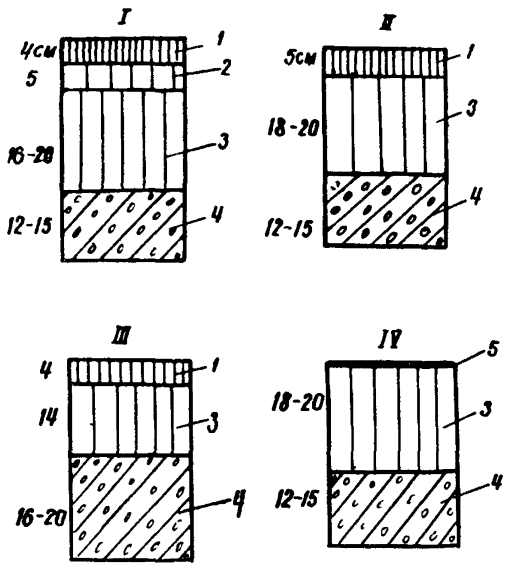


Рис.1. Типы конструкций дорожных одежд с основаниями из битумоминеральных смесей для дорог 1-1У категорий:
1 - асфальтобетон плотный; 2-асфальтобетон пористый; 3 - битумоминеральное основание; 4 -щебень или гравий; 5 - поверхностная обработка

1.10. В тех случаях, когда основание из битумоминеральной смеси укладывают на песчаный подстилающий слой, между ними следует предусматривать промежуточный, так называемый технологический слой, который предназначается для пропуска асфальтоукладчика.

Технологический слой устраивают из битумоминеральной или щебеночной смеси. Его толщина составляет 3-5 см (в зависимости от проходимости асфальтоукладчика).

1.11. Толщину слоев дорожной одежды уточняют расчетом в соответствии с "Инструкцией по проектированию дорожных одежд нежесткого типа" ВСН 46-72.

2. Требования к исходным материалам, битумоминеральным смесям и рекомендации по их применению

2.1. Каменный материал должен отвечать требованиям СНиП 1-Д.2-70 и соответствующим ГОСТам.

2.2. Основные показатели физико-механических свойств каменных материалов, применяемых при устройстве покрытий и оснований слоями увеличенной толщины, приведены в табл.3.

2.3. Для устройства оснований допускается применение природных гравийных (щебеночных), гравийно-(щебеночно)-песчаных смесей с содержанием гравийных (щебеночных) зерен крупнее 5 мм не менее 20 % при условии соответствия показателям физико-механических свойств зерен данной фракции (табл.4). Зерна мельче 5 мм должны отвечать требованиям п.2.4.

2.4. Пески применяют природные и дробленые с модулем крупности не менее 1, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 8736-67*. Содержание пылеватых, илистых и глинистых частиц в природном песке, определяемое отмучиванием, не должно превышать 3% по массе, в том числе содержание глины (частиц мельче 0,005 мм) допускается не более 0,5%. В дробленом песке указанных частиц должно быть не более 5% по массе, в том числе глины 0,5%.

2.5. Минеральные порошки, при необходимости добавляемые в смеси, должны соответствовать требованиям ГОСТ 9128-67 и ГОСТ 17060-71.

2.6. Битум применяют вязкий марок БНД-90/130, БНД-60/90, БНД-40/60 в соответствии с ГОСТ 11954-66,

Примечание. Впредь до отмены действия ГОСТ 1544-52 в битумоминеральных смесях можно применять битумы марок, рекомендуемых этим ГОСТом и соответствующих по вязкости маркам, приведенным в ГОСТ 11954-66.

Таблица 3

Наименование показателей	Категория дороги			
	I–II		III–IУ	
	Нижний слой покрытия	Основание	Нижний слой покрытия	Основание
Марка щебня из изверженных и метаморфических пород по дробимости при сжатии (раздавливании) в цилиндре	800	600	600	600
То же, из осадочных и осадочных карбонатных пород	600	300	400	200
Марка гравия и щебня из гравия	Др12	Др16	Др12	Др24
Класс щебня из металлургических шлаков	3	4	4	4
Износ (потеря в массе при истирании) в полочном барабане, %, не более:				
изверженных и метаморфических пород	45	60	60	60
осадочных карбонатных пород	50	55	55	60
остальных осадочных горных пород	45	50	50	55
щебня из гравия	30	40	40	50
щебня из шлака и гравия	–	50	–	55
Количество циклов при испытании на морозостойкость				
в суровых и умеренных климатических условиях	25	25	25	25
в мягких климатических условиях для щебня и в умеренных для гравия	15	15	15	15
Содержание зерен слабых и выветрелых пород, %, не более	15	20	15	25

2.7. Выбор смеси по крупности и зерновому составу зависит от конструктивного слоя дорожной одежды, толщины слоя, категории дороги, наличия минеральных материалов.

2.8. Наиболее экономически и технически оправдано применение крупнозернистых битумоминеральных смесей.

Определение физико-механических свойств смеси и подбор битума разрешается производить на среднезернистых смесях. Для этого зерновой состав минеральной части подбирают для крупнозернистой смеси, затем щебень фракции 5-40 мм заменяют щебнем 15-25 мм, а состав минеральной части мельче 15 мм остается постоянным.

Такая замена возможна, так как суммарная удельная поверхность минеральных зерен и пористость минерального остова практически одинаковы.

2.9. Содержание зерен крупнее 5 мм в смеси должно быть не менее 50%, это позволит не только создать сдвигоустойчивый каркас в слое, но и достигнуть его высокой плотности при минимальной затрате уплотняющих механизмов, за счет возможности начинать уплотнение при более высокой температуре смеси.

2.10. Наиболее целесообразно использовать гравийно-песчаные материалы в смеси со щебнем из осадочных горных пород. Подобные смеси обладают достаточной плотностью минерального остова и прочностью.

2.11. Очень важно при подборе состава битумоминеральной смеси правильно определить оптимальное содержание битума. При стандартном уплотнении образцов за оптимальное содержание битума принимается величина, соответствующая верхнему пределу показателей норм остаточной пористости (10%) и водонасыщения (8%).

2.12. При отсутствии крупных и средних песков битумоминеральные смеси приготовляются с использованием мелких песков.

Вид битумоминеральной смеси	Процентное содержание зерен мине				
	40	25	20	15	10
			Смеси непрерывной		
Крупнозернистая	95–100	73–90	65–85	54–80	44–73
Среднезернистая	–	95–100	85–95	70–87	58–78
Мелкозернистая	–	–	–	95–100	67–85
			Смеси прерывистой		
Крупнозернистая	95–100	78–88	72–82	60–72	47–60
Среднезернистая	–	95–100	85–95	72–88	60–80
Мелкозернистая	–	–	–	95–100	70–88

Примечания: 1. Среднезернистые и мелкозернис покрытий.

2. Смеси прерывистой гранулометрии применяют при прочных каменных материалов.

3. При устройстве нижнего слоя покрытия и основа держанием фракции крупнее 5 мм не менее 50%.

2.13. При выборе минеральных материалов и подборе составов битумоминеральных смесей необходимо учитывать их технологические свойства: удобоукладываемость и уплотняемость.

Наиболее технологичны битумоминеральные смеси из дробленых и гравийно-песчаных материалов.

Смеси, состоящие полностью из дробленого известнякового материала (фракции 20–0, 15–0 мм), менее удобоукладываемые и труднее уплотняются. В эти смеси необходимо добавлять природный песок.

Смеси из гравийно-песчаных материалов обладают

Таблица 4

ального материала, мм, мельче						
5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
гранулометрии						
30–65	22–50	17–38	12–27	6–17	2–8	0–4
35–65	27–50	18–38	12–27	6–17	2–8	0–4
35–65	27–50	18–38	12–27	6–18	2–13	0–10
гранулометрии						
30–40	30–40	30–40	30–40	30–40	14–22	0–4
35–65	35–65	35–65	35–65	22–44	10–25	0–4
35–65	35–65	35–65	35–65	22–44	10–25	0–8

тые смеси рекомендуются для устройства нижних слоев отсутствии крупных и средних песков и при наличии ния на дорогах I–II категорий применяются смеси с со-

хорошей удобоукладываемостью, но низкой уплотняемостью.

2.14. Зерновой состав минеральной части битумоминеральных смесей должен соответствовать табл.4 и рис.2.

2.15. Показатели физических свойств битумоминеральных смесей должны соответствовать табл.5.

2.16. Размер образцов в зависимости от максимальной крупности минеральных зерен, режим уплотнения образцов, методы испытания должны соответствовать ГОСТ 12801-71.

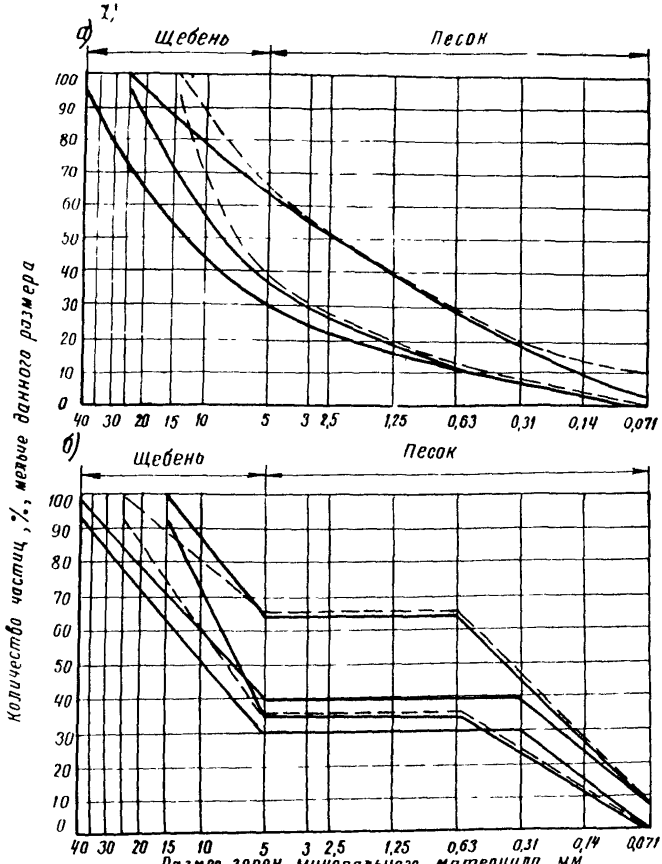


Рис.2. Зерновой состав минеральной части битумоминеральных смесей с непрерывной гранулометрией (а) и прерывистой (б)

Таблица 5

Наименование показателей	Нижний слой покрытия	Основание
Пористость минерального остова, %	16–22	< 22
Остаточная пористость, %	5–10	6–10
Водонасыщение, % по объему	3–8	4–9
Набухание, % по объему, не более	1,5	2

3. Оборудование для приготовления, укладки и уплотнения асфальтобетонных и битумоминеральных смесей

Оборудование для приготовления смесей

3.1. Для приготовления битумоминеральных смесей, помимо смесителей с принудительным и свободным перемешиванием порционного типа, могут быть использованы смесители непрерывного действия.

3.2. Производительность асфальтобетонного завода (АБЗ) должна быть достаточной, чтобы обеспечить бесперебойную работу асфальтоукладчика при его максимальной производительности. При использовании укладчиков типа Д-150Б производительностью 60-100 т/ч или типа Д-699 производительностью 100-150 т/ч производительность АБЗ типа Д-645-2 должна быть не менее 100-150 т/ч в расчете на один укладчик (табл.1 приложения 2).

3.3. Для повышения производительности смесительных установок, обеспечения темпа укладки смеси рекомендуется оборудовать АБЗ обогреваемыми накопительными бункерами, общая емкость которых должна обеспечивать прием продукции завода не менее, чем в течение 3 ч.

3.4. Допустимо обслуживание участка строительства двумя заводами типа Д-617-2 производительностью 50 т/ч, а при небольших объемах работ и использовании одного укладчика типа Д-150Б двумя и более АБЗ типа ДС-79 или Д-508-2А производительностью 25-30т/ч.

Оборудование для укладки смеси

3.5. Для обеспечения требуемой ровности поверхности основания битумоминеральные смеси следует укладывать специальными укладочными машинами или автогрейдерами со следящей системой "Стабилослой-2" (табл.3 приложения 2). В первую очередь рекомендуется применять асфальтоукладчики преимущественно новых моделей на пневматическом ходу, с шириной укладываемой полосы 7,5 м и приемным бункером емкостью 8 т и более.

В исключительных случаях для укладки гравийно-щебеночной смеси допускается распределитель типа ДС-54 (Д-724) производительностью 60 т/ч.

3.6. Помимо обеспечения ровности покрытия, укладчики на пневматическом ходу уменьшают повреждение подстилающего слоя или земляного полотна при укладке смесей непосредственно на них.

3.7. На всех типах асфальтоукладчиков (кроме Д-150Б) имеется автоматическая система "Стабилослой-2" для наблюдения за ровностью укладываемого слоя в продольном и поперечном направлениях. Эта система работает при толщине укладываемых слоев, не превышающей указанной в технических характеристиках укладчиков.

Когда не применяется система автоматики "Стабилослой-2", имеется возможность увеличить толщину слоя укладки на 80-120 мм за счет перемещения вверх шарнира рамы рабочих органов (шнека, трамбующего бруса, выглаживающей плиты). При этом необходимо

практически определить максимальную толщину укладываемого слоя для применяемого укладчика.

3.8. При укладке слоя толщиной более 15 см с помощью асфальтоукладчика Д-150Б необходимо снять с него упоры, ограничивающие подъем рамы с рабочими органами. Толщина укладываемого слоя при этом может быть увеличена до 22-26 см в рыхлом теле.

3.9. При укладке слоев увеличенной толщины необходимо тщательно следить за работой питателя, регулируемых заслонок и распределительных шнеков укладчика, производительность и пропускная способность которых должна обеспечивать равномерную подачу материала под трамбующий брус и выглаживающую плиту. При недостаточной производительности и равномерности подачи материала следует соответственно уменьшить поступательную скорость укладчика.

Машины для уплотнения смеси

3.10. Для уплотнения битумоминеральной смеси слоями увеличенной толщины используют самоходные катки на пневматических шинах, моторные катки с гладкими вальцами и катки вибрационного действия (табл.2,4, 5 приложения 2).

3.11. При уплотнении слоев увеличенной толщины изменение направления движения катка, переключение скоростей должны производиться быстро и плавно, поэтому предъявляются повышенные требования к работе реверса и коробке передач самоходных катков с гладкими вальцами.

3.12. Вальцы катков должны содержаться в чистоте, а система смазки вальцов должна быть в хорошем состоянии.

3.13. Самоходные катки на пневматических шинах целесообразно оборудовать специальными шинами, отли-

чающимися плоским и гладким протектором и рабочим диапазоном изменения давления воздуха в шине 3÷10 кгс/см^2, это дает возможность уплотнять смеси при температуре до 160°С. Применение специальных шин повышает производительность катка на 25–30% и обеспечивает более высокую ровность поверхности уплотняемого слоя.

3.14. В начале уплотнения происходит налипание смеси на холодные шины. При нагреве шин до рабочей температуры смеси (время обогрева незначительно) налипание прекращается. Непродолжительные остановки катка вне контакта с горячей смесью допустимы, так как это не приводит к заметному охлаждению шин.

3.15. Вибрационные катки целесообразно применять только при уплотнении смесей с содержанием щебня более 50%.

4. Особенности технологии производства работ

4.1. Технология устройства слоев увеличенной толщины в основном соответствует технологии приготовления, укладки и уплотнения оснований и покрытий обычной толщины (см."Инструкцию по строительству дорожных асфальтобетонных покрытий" ВСН 93-73* и "Инструкцию по устройству покрытий и оснований из щебня (гравия), обработанного органическими вяжущими" ВСН 123-65, а также настоящие "Методические рекомендации").

4.2. Подстилающий слой из необработанных или укрепленных небольшими дозами цемента или шлака минеральных материалов, на который укладывается битумоминеральная смесь, рекомендуется покрыть 30%-ной битумной эмульсией, разливаемой за 2–3 ч до укатки смеси в количестве 1л/м^2, или раствором хлористого кальция, распределяемого за сутки до начала работ.

4.3. Слой из битумоминеральной смеси рекомендуется укладывать на всю ширину проезжей части.

Параллельная работа нескольких укладчиков позволяет наиболее мобильно использовать уплотняющую технику. При укладке одним укладчиком длина захватки изменяется от 60 до 100 м и зависит от толщины слоя, вязкости применяемого битума, температуры воздуха: чем толще слой, выше температура воздуха и ниже вязкость применяемого вяжущего, тем больше длина захватки.

4.4. При укладке слоя обязательно устраивают боковой упор, который предотвращает раскатывание кромки слоя, обращенной к обочине.

В качестве боковых упоров наиболее целесообразно использовать присыпные обочины. Подготовленное таким образом основание должно представлять собой прямоугольную выемку, размеры которой в сечении соответствуют ширине и толщине укладываемого слоя. Упоры могут быть также образованы бортовыми камнями, рельсформами или деревянными брусьями прямоугольного сечения. Высота упорного бруса также должна быть равна толщине слоя.

4.5. Брусья устанавливают непосредственно на поверхности основания и фиксируют с внешней стороны штырями (рис.3). При длине бруса 4–5 м для их фиксации достаточно двух штырей, забиваемых со стороны концов брусьев на расстоянии 0,6–0,8 м.

4.6. Чтобы не ограничивать скорость движения машин механизированного отряда, упоры следует устанавливать по ходу движения укладчиков на длину 0,4– 0,5 сменной захватки.

4.7. Если укладка полосы прерывается на длительное время и смесь остывает, то заканчивать полосу также следует упорным брусом, устанавливаемым перпендикулярно оси дороги вплотную к слою смеси. За брусом необходимо устроить съезд для уплотняющих машин, чтобы иметь возможность уплотнить всю поверхность слоя.

4.8. Количество и типы машин назначают, исходя из темпа устройства основания, вида уплотняемого материала и температуры его укладки.

4.9. Начинать уплотнение слоев толщиной 10–20 см следует самоходными катками на пневматических ши-

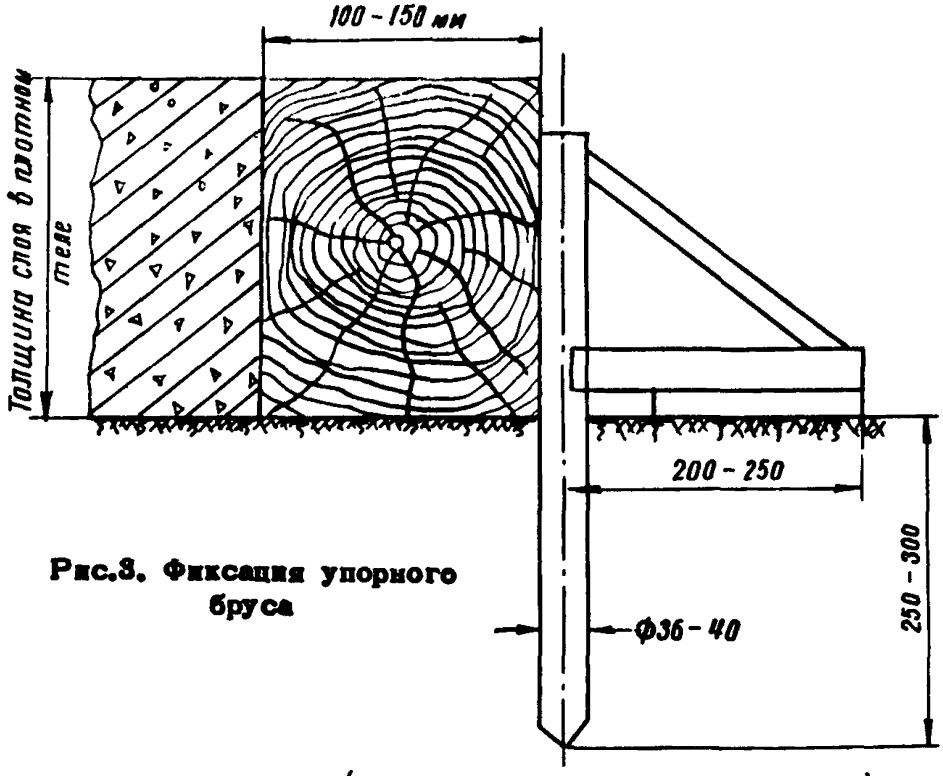


Рис.3. Фиксация упорного бруса

нах, а заканчивать (для выравнивания поверхности) металлическими катками с гладкими вальцами, двух- или трехосными. Такая технология позволяет обеспечить нормативную ровность слоя.

При отсутствии катков на пневматических шинах в исключительных случаях основания можно уплотнять металлическими катками с гладкими вальцами: сначала легкими, затем-тяжелыми.

4.10. Укатку необходимо начинать при максимально возможной температуре смеси, которая зависит от зер-

нового состава минеральной части, вязкости применяемого вяжущего и типов уплотняющих механизмов.

4.11. Распределение температуры смеси по толщине уложенного слоя носит неравномерный характер (рис.4). Максимум температуры соответствует середине слоя, сдвигаясь в зависимости от условий остывания смеси к поверхности или к подстилающему слою.

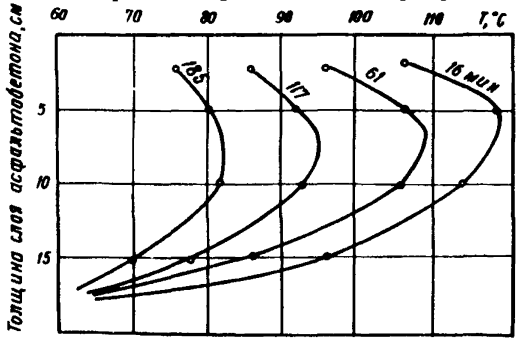


Рис.4. Температура асфальтобетонной смеси по толщине слоя в зависимости от времени после ее укладки (цифры на кривых – время после укладки)

4.12. Давление воздуха в пневматических шинах в начале укатки должно быть не более 3 кгс/см^2, а на заключительном этапе уплотнения – 6–8 кгс/см^2, при этом температуру смеси в начале укатки можно принимать на 20–25°С выше нормируемой.

4.13. Скорость передвижения катка на пневматических шинах при первых 2–3 проходах по одному следу не должна превышать 2–3 км/ч, остальные проходы рекомендуется совершать со скоростью 12–15 км/ч. Для выравнивания продольного и поперечного направлений после работы катка на пневматических шинах необходимо выполнить по полосе 4–6 проходов тяжелым катком с гладкими вальцами.

4.14. Для уплотнения смесей с содержанием щебня более 50% допустимо использование вибрационного катка. При этом первые 2–3 прохода по одному следу виб-

рационный каток должен произвести с выключенным вибратором, затем 3–4 – с включенным.

При уплотнении малощебенистых смесей верхний предел температуры, соответствующий началу работы катка, должен быть ограничен 80–90°С. После работы вибрационного катка доуплотнение и выравнивание поверхности выполняют с помощью катка тяжелого типа (Д–400).

4.15. Для предотвращения образования наплывов и ям в уплотняемом слое необходимо осуществлять плавный реверс катков. Запрещается останавливать машины на уплотняемой полосе, если температура ее выше 50°С.

4.16. Для обеспечения качественного сопряжения на стыке смежных полос при параллельной работе нескольких укладчиков опережение их относительно друг друга должно быть не более 5–10 м.

4.17. Для безопасности автомобильного движения по слою со снятыми боковыми упорами необходимо немедленно устраивать обочины, устанавливать ограждения или предупреждающие знаки.

4.18. При организации работ по устройству оснований или покрытий слоями увеличенной толщины необходимо учитывать время эффективной укатки. Одним из преимуществ уплотнения слоев увеличенной толщины является сохранение в течение длительного времени высокой температуры смеси: битумоминеральная смесь в слое толщиной 15–18 см остывает в 3–4 раза медленнее, чем в слое 3,5–4 см. При толщине 15 см и температуре воздуха 18–20°С снижение температуры смеси от 145 до 60°С (нижний предел температуры, когда укатка еще эффективна) происходит примерно за 3–3,5 ч, а в слое толщиной 9 см – за 2–2,5ч.

4.19. Для достижения заданной плотности слоя в среднем необходимо 6–8 проходов катками на пневматических шинах и 4–6 проходов тяжелыми катками с гладкими вальцами или 2–4 прохода легкими и 12 – 20

проходов тяжелыми катками по одному следу при любой толщине, не превышающей 20 см.

Для установления режима уплотнения данной смеси в первый день работы необходимо выполнить пробное уплотнение, определить степень уплотнения слоя и выбрать тот режим, который позволяет получить наиболее высокую плотность и обеспечить наибольшую экономичность работ.

4.20. Нормативная ровность нижнего слоя покрытия или основания толщиной более 10 см, уплотняемого за один прием, достигается:

применением асфальтобетонных или битумоминеральных смесей с содержанием зерен крупнее 5 мм в количестве, необходимом для создания в слое пространственного каркаса;

применением смесей с оптимальным количеством битума, определяемым при предельно возможном уплотнении образцов;

уплотнением слоя катками на пневматических шинах и выравниванием тяжелыми катками с гладкими вальцами;

обеспечением нормативной ровности подстилающего слоя;

непрерывностью потока производственного процесса по устройству слоев.

4.21. Температура смеси при укладке слоев увеличенной толщины (вместо 120° по норме) может быть понижена до 110°С при температуре воздуха не менее 15–20°С.

5. Технический контроль и техника безопасности

5.1. Технический контроль приготовления асфальтобетонных или битумоминеральных смесей на АБЗ производится в соответствии с ВСН 93–73 и ВСН 123–65.

5.2. При устройстве основания или нижнего слоя покрытия проверяют:

а) ровность, плотность и чистоту основания;

б) правильность устройства бортовых упоров перед

началом каждой смены и в процессе работы;

в) температуру смеси в каждом автомобиле-самосвале на месте укладки;

г) ровность и равномерность распределения слоя на заданную толщину;

д) расход смеси;

е) режим уплотнения, принятый в начале укладки;

ж) поперечный и продольный уклоны.

5.3. При контроле качества готового основания или нижнего слоя покрытия проверяют степень уплотнения, толщину слоя, ровность, уклоны и физико-механические свойства материала.

5.4. Степень уплотнения характеризуется коэффициентом уплотнения, определяемым как отношение объемной массы пробы, взятой из уплотненного слоя, к объемной массе того же материала в переформованном образце.

Отбирают не менее трех проб на 1 км при ширине 7,5 м. Образцы из асфальтобетонных или битумоминеральных смесей уплотняют комбинированным методом: вибрацией в течение 180с с последующим сжатием на прессе силой 200 кгс/см^2.

Коэффициент уплотнения смеси должен быть не менее 1,0.

5.5. Толщина слоя замеряется через каждые 100 м в трех точках по ширине уложенного слоя: по краям и по его оси.

5.6. Ровность, продольный и поперечный уклоны должны соответствовать требованиям СНиП III-Д. 5-73 и СНиП II-Д.5-72.

5.7. Физико-механические свойства уплотненной смеси контролируют на образцах для определения степени уплотнения.

5.8. Техника безопасности при производстве работ по приготовлению, укладке и уплотнению слоев увеличенной толщины должна соответствовать изложенной в "Правилах техники безопасности при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог" (М., "Транспорт", 1969).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Пример определения расчетного числа проходов катка

Уплотнение асфальтобетонной смеси толщиной 10 см при температуре смеси 100–120°С производится отрядом из трех катков: легкого – массой 4 т, шириной укатываемой полосы B = 120 см, линейным давлением $q = \frac{4000}{120}$ = 33 кгс/см; среднего Д-634 – массой 8 т, B = 120 см, $q = \frac{8000}{120}$ = 66 кгс/см; тяжелого Д-400А – массой 18 т, B = 120 см, $q = \frac{18000}{120}$ = = 150 кгс/см.

Удельную работу принимаем 12–18 кгс·см/см^3.

Распределение работы катков: легкого – 20%, среднего – 30% и тяжелого – 50%, соответственно удельная работа каждого будет 2,4–3,6; 3,6–5,4 и 6–9 кгс/см^3.

По формуле (1) определяем число проходов катков:

легкого

$$n_0 = \frac{(2,4+3,6)\cdot 10}{33\cdot 0,18} = 4\text{–}6;$$

среднего

$$n_0 = \frac{(3,6+5,4)\cdot 10}{66\cdot 0,1} = 6\text{–}8;$$

тяжелого

$$n_0 = \frac{(6+9)\cdot 10}{150\cdot 0,06} = 7\text{–}10.$$

Для уплотнения смеси при температуре 100–80°С число проходов увеличивается согласно формуле (2) в соответствии с коэффициентом K = 1,8 (см. табл. 1 "Методических рекомендаций").

При температуре смеси 120–140°С число проходов уменьшается в соответствии с коэффициентом K =0,6.

Расчетное число проходов катка следует проверить пробной укаткой.

Приложение 2

Технические характеристики оборудования

Таблица 1

Техническая характеристика асфальтобетонных установок

Параметры асфальтобетонных установок	Модель			
	ДС-79	Д-508-2А	Д-617-2	Д-645-2
Тип установки	Передвижная периодического действия	Стационарная периодического действия		
Производительность, т/ч	25	25	50	100
Установленная мощность двигателей, кВт	152	140	300 152 (электронагреватели)	381 200 (электронагреватели)
Расход топлива, кг/ч	300	320	600	1240
Максимальная скорость транспортировки, км/ч	20	–	–	–
Габариты, м				
длина	40,7	32	50	52
ширина	16	24	43	51
высота	8,98	15		14
Масса, т	70	50	138	197

Таблица 2

Техническая характеристика катков дорожных самоходных с гладкими вальцами

Параметры катков	Модель			
	Д-469А	ДУ-48 (взамен Д-211В)	Д-399В	Д-400В
Масса катка, т				
без балласта	–	10	7,95	10,29
с балластом	6,5	13	13	18
Ширина уплотняемой полосы, мм	1800	1850	1290	1290
Количество вальцов, шт.	3	3	2	3
ведущих	2	2	1	1
Диаметр вальцов, мм / ширина				
ведущих	1300 / 500	1600 / 525	1600	1600
ведомых	1000 / 1000	1000 / 1000	1300	1300
Линейное давление вальцов (с балластом), кгс/см				
ведущего	40	75	60	70
ведомого	25	51	31	23
ведомого среднего	–	–	–	39,9
Скорость передвижения, км/ч				
1-я передача	2,73	1,94	3,5	3,5
2-я передача	–	4,32	–	–
3-я передача	7,85	6,55	8,0	8,0
Мощность двигателя, л.с.	50	50	50	50
Габариты, м				
длина	4,38	5,20	4,32	6,08
ширина	1,80	1,86	2,07	2,07
высота	2,60	2,60	2,50	2,50

Техническая характерис

Параметры асфальто-укладчиков	ДС-1 (Д-150Б)	ДС-48 (Д-699)	ДС-94
			М о
Производительность, т/ч	100	200	До 150
Ширина укладываемой полосы, мм	3030-3530	3030-3780	3000-4500
Толщина укладываемого слоя, мм	30-150	30-150	20-150
Емкость бункера,т	4,5	10	8
Скорость передвижения			
а)рабочая,м/мин	1,6-34	1,9-17,1	1,48-13
б)транспортная, км/ч	2,0	9,5	5,14
Ходовая часть	Гусеничная	Колесная	Гусенич
Мощность двигателя,л.с.	40	90	50
Габариты, м			
длина	5,06	7,09	5,95
ширина	3,15	3,09	4,72
высота	3,13	2,78	3
Масса, т	12	17,3	15,75

x) Д-724 - универсальный укладчик дорожно-строите

Таблица 3

тика асфальтоукладчиков

дель				
ДС-54 (Д-724)[x)]	ДС-93	ДС-113	ДС-114	ДС-126 (взамен Д-150Б)
60	До 150	До 250	До 400	До 130
3000-3750	3000-4500	3000-7500	До 12000	До 3750
20-150	До 150	До 150	До 150	До 200
8	8	10	10	6
0,77-13,4 2,0	2,6-12,4 До 15	1,2-18 До 15	1,2-18 До 15	1,6-12,8 20
ная	К о л е с н а я			Гусеничная
50	50	90	130	50
8,85 3,15 2,70	5,97 4,73 2,2	5,60 7,75 2,25	6,80 12,25 2,25	5,08 3,15 2,96
14,0	13,6	18,0	21,0	13,5

льных материалов, в том числе асфальтобетона.

Таблица 4

Техническая характеристика катков на пневматических шинах

Параметры катков	Модель		
	ДУ-29 (Д-624)	ДУ-31А (Д-627А)	ДУ-16В (Д-551В)
Масса катка, т			
без балласта	15	13,5	7,4
с балластом	30	16	20 (нагрузка на ось катка)
Число колес			
ведущих	4	4	
ведомых	3	3	5
Ширина уплотняемой полосы, мм	2220	1900	2600
Размер шин	370-508 Модель Ф-10А (14,00-20)	12,00-20	14,00-20
Давление воздуха в шинах, кгс/см^2	3-8(5)	5	5
Скорость движения, км/ч	До 20	До 25	До 15
Мощность двигателя, л.с.	130	90	215
Габариты, м			
длина	6,16	4,75	10,40
ширина	2,89	1,80	3,04
высота	3,41	3,09	2,92

Примечание. Катки ДУ-29 и ДУ-31 - самоходные, каток ДУ-16В (Д-551В) - полуприцепной.

Таблица 5

Техническая характеристика катков самоходных вибрационных

Параметры катков	Модель	
	ДУ-10А (Д-455А)	ДУ-47А (взамен Д-469 и Д-613)
Масса катка, т		
без балласта	1,5	6,0
с балластом	1,8	8,0
Ширина уплотняемой полосы, мм	850	1200
Число вальцов		
вибрационных	1	1
направляющих	1	1
Диаметр вибровальца, мм / ширина	725 / 850	1200 / 1200
направляющего вальца	612 / 800	1000 / 1000
Линейное давление вибровальца, кгс/см^2	14	40 (ведущего при выключенном вибраторе)
Тип вибратора	Центробежный с круговыми колебаниями	
Частота вибрации, гц	58	50
Возмущающая сила вибратора, кгс	2000	5000
Скорость движения, км/ч	1,8-3,0	1,8-7,2
Мощность двигателя, л.с.	8	40
Габариты, м		
длина	2,80	4,60
ширина	1,00	1,60
высота	2,20	1,85

Приложение 3

Экономическая эффективность[x)] при устройстве оснований из битумоминеральной смеси

Новая технология предусматривает укладку и уплотнение слоя асфальтобетонной смеси толщиной 18 см в плотном теле за один прием вместо укладки трех слоев по 6 см теми же средствами механизации.

Исходные данные

Наименование показателей	Устройство битумоминерального основания при варианте	
	6см х 3слоя	18см х 1 слой
Годовая выработка, км	26,6	53,2
Среднесменная производительность, м	133	266
Число рабочих смен в году	200	200
Количество рабочих, занятых в смену, чел.	8	8
а) на машинах	4	4
б) при машинах	2	2
в) на ремонте машин	2	2
Расчетная стоимость комплекта машин (расчет № 1), тыс.руб.	21,5	21,5
Стоимость машино-смен комплекта машин (расчет № 2), руб.	96	96

x) При расчете использовали "Инструкцию по определению эффективности капитальных вложений в строительстве" СН 423-71 и "Методические указания по определению экономической эффективности капитальных вложений и технических решений в транспортном строительстве" (М.,Оргтрансстрой, 1974).

При расчете принимается, что производительность комплекта (асфальтоукладчик Д-150Б, каток Д-552 массой 6 т и два катка Д-399 массой 12 т) согласно ВСН 93-73 составляет на смеси типа А и Б 3000м^2 в смену.

Благодаря лучшему температурному режиму и эффективному использованию машин, производительность катков при уплотнении слоев увеличенной толщины может быть в 2 раза выше, чем при устройстве трехслойного основания.

При производительности укладки и уплотнении слоя толщиной 6 см 3000 м^2 в смену (см.выше) производительность на 1 км основания толщиной 10 см и шириной 1,5 м составит:

при укладке и уплотнении одного слоя 6см – $\frac{3000}{7,5}$= 400 м в смену;

при укладке трех слоев по 6 см – $\frac{400}{3}$ = 133 м в смену;

при укладке одного слоя 18 см – 132·2=266 м в смену.

Расчет № 1

Удельные капитальные вложения на 1 км основания шириной 7,5 м и толщиной 18 см

Наименование машины	Расчетная стоимость машины, тыс.руб.	Удельные капитальные вложения при варианте			
		6см х 3 слоя		18 см х 1 слой	
		Количество машин, шт.	Стоимость, тыс.руб.	Количество машин, шт.	Стоимость, тыс.руб.
Асфальтоукладчик Д-150Б	10,8	1	10,8	1	10,8
Каток Д-552 (массой 6т)	2,9	1	2,9	1	2,9
Каток Д-399 (массой 12т)	3,9	2	7,8	2	7,8
Итого:	-	4	21,5	4	21,5
Удельные капиталовложения: $(\frac{21,5}{26,6}$; $\frac{21,5}{53,2})$	-	-	0,810	-	0,405

Расчет № 2

Себестоимость устройства 1 км основания из битумоминеральной смеси толщиной 18 см, шириной 7,5 м (при механизации работ)

Наименование затрат	Устройство основания при варианте			
	6 см х 3 слоя		18 см х 1 слой	
	Количество	Затраты, руб.	Количество	Затраты, руб.
Эксплуатация машин				
Укладчик Д-150Б	1	36	1	36
Каток Д-552	1	16	1	16
Каток Д-399	2	44	2	44
Заработная плата дорожных рабочих	2	6,72	2	6,72
Итого прямых затрат:	-	102,72	-	102,72
Накладные расходы (102,72х0,1+6,72х0,4)		12,96		12,96
Итого на машино-смену с накладными расходами		115,68		115,68
Себестоимость устройства 1 км основания:				
$\left(\frac{115,68}{0,133} ; \frac{115,68}{0,266}\right)$		870		435

Расчет экономической эффективности устройства 1 км покрытия

А. Приведенные затраты при E_c = 0,12 (расчеты № 1 и 2),

где E_c – нормативный коэффициент экономической эффективности.

1. Устройство покрытия (три слоя по 6 см)
   Себестоимость . . . . . 870 руб.
   Удельные капитальные вложения. . 810 руб.
   Приведенные затраты. . . . . 967,2 руб.

2. Устройство покрытия (один слой 18 см)
   Себестоимость работ . . . . . 435 руб.
   Удельные капитальные вложения. . 405 руб.
   Приведенные затраты . . . . . 483,6 руб.

Б. Годовой экономический эффект на 1 комплект машин в год

$$Э_г = (967,2-483,6)\ 53,2 = 25727 \text{ руб.}$$

В. Годовой экономический эффект (% от стоимости основания или покрытия)

1. Годовой объем работы комплектом в среднем составляет

$$36,75 \cdot 53,2 = 1950 \text{ тыс.руб.}$$

2. Экономический эффект в год от рассматриваемого комплекта машин 25,727 тыс.руб.

3. Экономия в год (в процентах от стоимости покрытия) составит

$$\frac{25,727}{1950} \cdot 100\% = 1,3\%.$$

gost.e-ecolog.ru