



Преимущества устройства верхних слоев покрытий с увеличенным номинально максимальным размером минерального заполнителя

**Заместитель начальника ОКК АО «Труд»
Николай Михайлович Полонов**



Преимущества устройства верхних слоев покрытий с увеличенным номинально максимальным размером минерального заполнителя

Классический подход к проектированию дорожных одежд и конструктивных слоев из АБС идет по пути «**крупного к мелкому**»

№ слоя	Наименование материала слоя	Толщина слоя, см		Модуль Упругий прогиб, Е
		Минимальная, h _{min}	Максимальная, h _{max}	
1	Асфальтобетон А18Вн по ГОСТ Р 58406.2 на БНД 100/130 по ГОСТ 33133	5.0	5.0	3000
2	Асфальтобетон А22Нн по ГОСТ Р 58406.2 на БНД 100/130 по ГОСТ 33133	6.0	6.0	3000
3	Щебеночно-песчаная смесь, обработанная комплексными вяжущими ГОСТ 30491-2012	12.0	12.0	700
4	ЩПС для оснований при максимальном размере зерен 0-31,5 ГОСТ Р 70458-2022	15.0	50.0	250
5	Песок средний с содержанием пылевато-глинистой фракции 5% ГОСТ 32824-2014	20.0	20.0	100
6	Песок пылеватый	-	-	75

Дополнительные слои оснований устраиваемые, как правило, из зернистых смесей не укрепленных вяжущими имеют наибольшую крупность зерна.

Далее устраиваются слои из укрепленных зернистых материалов.

Далее слои из АБС смесей – 2 или 3 слоя.

Нижние слои **ОБЯЗАТЕЛЬНО ДОЛЖНЫ БЫТЬ «КРУПНЕЕ»** верхних слоев, отголоски ГОСТ 9128, в котором подразумевалось, что чем больше НМРЗ – тем смесь более пористая, значит она должна быть в основании, а смеси с минимальным НМРЗ должны укладываться в верхние слои.

При этом ПНСТ 542 не регламентирует этот момент, если вопрос стоит в выборе смесей с НМРЗ 16 или 22 мм.



Преимущества устройства верхних слоев покрытий с увеличенным номинально максимальным размером минерального заполнителя

Последствиями такого подхода может быть накопление пластики в течении 3-5 лет на слое покрытия (подразумеваем применение вяжущего БНД), которое зависит, в том числе, от точности работы производственного оборудования.

Сопротивление накоплению пластических деформаций напрямую зависит от гранулометрического состава применяемой смеси и четко прослеживается тенденция, что при применении песчаных смесей такое сопротивление минимально.



Мелкое



Крупное



Преимущества устройства верхних слоев покрытий с увеличенным номинально максимальным размером минерального заполнителя

Корреляция с требованиями нормативных стандартов не прямая, идет деление по требованиям средней глубины коллейности по условиям движения, что может достигаться за счет применения модифицированных вяжущих и добавок.

ГОСТ Р 58406.2-2020

Наименование показателя	Значение показателя для типа смеси										
	A22B _T	A16B _T	A11B _T	A22B _И	A16B _И	A11B _И	A8B _И	A16B _Л	A11B _Л	A8B _Л	A5B _Л
Содержание воздушных пустот, %											
- для образцов, изготовленных в лаборатории	От 2,5 до 3,0	От 2,5 до 4,5	От 2,5 до 4,5	От 2,5 до 5,0	От 2,5 до 4,5	От 2,0 до 4,5	От 2,0 до 4,5	От 2,0 до 4,5	От 2,0 до 4,5	От 1,5 до 4,5	От 1,5 до 5,0
- для карнов (вырубок)	От 2,0 до 6,0	От 2,0 до 6,0	От 2,0 до 6,0	От 2,0 до 6,0	От 2,0 до 6,0	От 2,0 до 6,0	От 2,0 до 6,0	От 1,5 до 6,0	От 1,5 до 6,0	От 1,5 до 6,0 (8,0)	От 1,5 до 6,0 (8,0)

Наименование показателя	Значение показателя для типа смеси										
	A22B _T	A16B _T	A11B _T	A22B _И	A16B _И	A11B _И	A8B _И	A16B _Л	A11B _Л	A8B _Л	A5B _Л
Средняя глубина колек, мм, не более	4,0			4,5				6,5		7,0	



Преимущества устройства верхних слоев покрытий с увеличенным номинально максимальным размером минерального заполнителя

Корреляция с требованиями нормативных стандартов не прямая, идет деление по требованиям средней глубины коллейности по условиям движения, что может достигаться за счет применения модифицированных вяжущих и добавок.

ГОСТ Р 58406.1-2020

Наименование показателя	Значение показателя для типов смеси			
	ЦМА-22	ЦМА-16	ЦМА-11	ЦМА-8
Физические показатели				
Содержание воздушных пустот, %				
- для образцов, изготовленных в лаборатории	От 2,5 до 5,0	От 2,0 до 4,0	От 2,0 до 4,0	От 1,5 до 3,5
- кернов (вырубок)	От 2,0 до 6,0	От 2,0 до 6,0	От 2,0 до 5,5	От 1,5 до 5,5
Пустоты в минеральном заполнителе, %, не менее	16,0			
Эксплуатационные показатели				
Средняя глубина колес, мм, не более	4,0			



Преимущества устройства верхних слоев покрытий с увеличенным номинально максимальным размером минерального заполнителя

Сравнение смесей ЩМА-16 и ЩМА-22

Наименование показателя	Требования к смеси ЩМА-16	Фактические значения	Требования к смеси ЩМА-22	Фактические значения
Содержание воздушных пустот, %	от 2,0 до 4,0	3,5	от 2,5 до 5,0	4,3
Средняя глубина колеи, мм	не более 4,0	2,1	не более 4,0	3,3
Содержание вяжущего в 100%	-	5,38	-	5,13



Преимущества устройства верхних слоев покрытий с увеличенным номинально максимальным размером минерального заполнителя

Предельно допустимые отклонения отдельных показателей от утвержденного рецепта СМЕСИ

ГОСТ Р 58406.1-2020

Наименование показателя	Предельно допустимое отклонение
Содержание воздушных пустот, % от объема	+/- 1,2
Количество вяжущего, % от массы смеси	+/- 0,4

ГОСТ Р 58406.2-2020

Предельно допустимое отклонение показателя	Значение показателя для типа асфальтобетонной смеси					
	АВ _Т и АВ _Н	АВ _Л	АН _Т и АН _Н	АН _Л	АО _Т и АО _Н	АО _Л
Содержание воздушных пустот, % от объема	+/- 1,2	+/- 1,4	+/- 1,5	+/- 1,7	+/- 2,0	+/- 2,2
Количество вяжущего, % от массы смеси	+/- 0,4	+/- 0,5	+/- 0,5	+/- 0,6	+/- 0,5	+/- 0,6



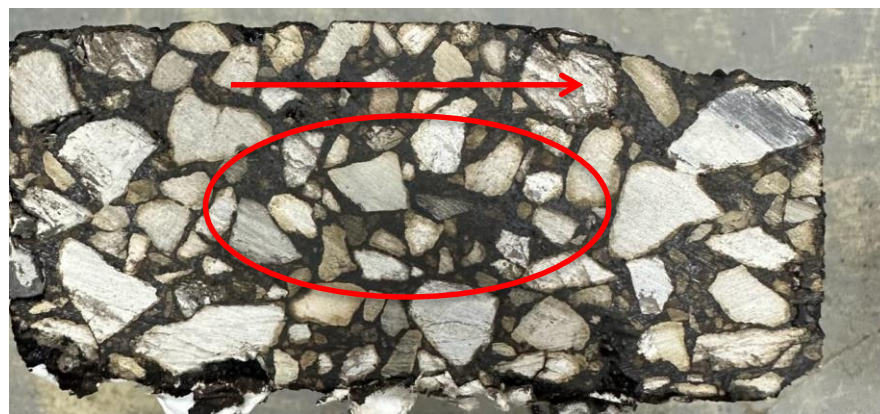
Преимущества устройства верхних слоев покрытий с увеличенным номинально максимальным размером минерального заполнителя

Сравнение смесей ЩМА-16 и ЩМА-22

ЩМА-22



ЩМА-22





Преимущества устройства верхних слоев покрытий с увеличенным номинально максимальным размером минерального заполнителя

Сравнение смесей ЩМА-16 и ЩМА-22

ЩМА-22



ЩМА-16





Преимущества устройства верхних слоев покрытий с увеличенным номинально максимальным размером минерального заполнителя

РИСКИ

Наименование показателя	Значение показателя для типа смеси										
	A22B _T	A16B _T	A11B _T	A22B _M	A16B _M	A11B _M	A8B _M	A16B _н	A11B _н	A8B _н	A5B _н
Содержание воздушных пустот, %											
- для образцов, изготовленных в лаборатории	От 2,5 до 5,0	От 2,5 до 4,5	От 2,5 до 4,5	От 2,5 до 5,0	От 2,5 до 4,5	От 2,0 до 4,5	От 2,0 до 4,5	От 2,0 до 4,5	От 2,0 до 4,5	От 1,5 до 4,5	От 1,5 до 5,0
- для кернов (вырубок)	От 2,0 до 6,0	От 2,0 до 6,0	От 2,0 до 6,0	От 2,0 до 6,0	От 2,0 до 6,0	От 2,0 до 6,0	От 2,0 до 6,0	От 1,5 до 6,0	От 1,5 до 6,0	От 1,5 до 6,0 (8,0)	От 1,5 до 6,0 (8,0)

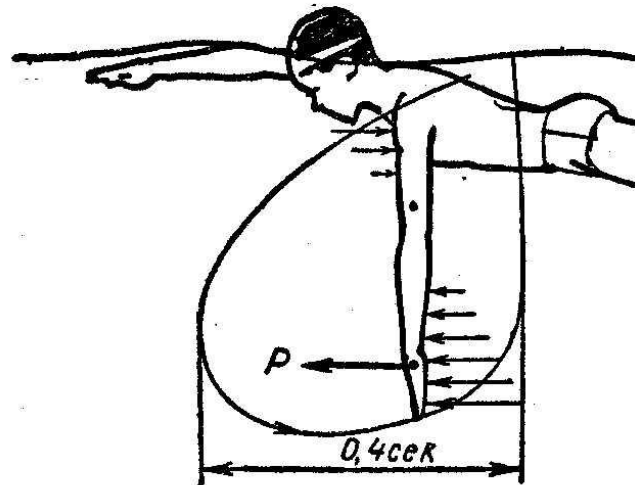
Наименование показателя	Значение показателя для типов смеси			
	ЩМА-22	ЩМА-16	ЩМА-11	ЩМА-8
Физические показатели				
Содержание воздушных пустот, %				
- для образцов, изготовленных в лаборатории	От 2,5 до 5,0	От 2,0 до 4,0	От 2,0 до 4,0	От 1,5 до 3,5
- кернов (вырубок)	От 2,0 до 6,0	От 2,0 до 6,0	От 2,0 до 5,5	От 1,5 до 5,5



Преимущества устройства верхних слоев покрытий с увеличенным номинально максимальным размером минерального заполнителя

Работа щебеночного зерна в макроструктуре асфальтобетона

Обеспечивает
скольжение
мезоструктура



Точка опоры
макροструктура



Чем больше площадь поверхности тела – тем более высокое сопротивление его перемещению в любой структуре или среде:

- Пловцу легче плыть, чем идти;
- Автомобиль затрачивает меньше энергии если кузов сделан обтекаемым, а не прямым.



Преимущества устройства верхних слоев покрытий с увеличенным номинально максимальным размером минерального заполнителя

Изменение свойств при различных показателях СВП ЩМА-16

Средняя глубина колеи, мм (3,5% СВП)	Угол наклона кривой колееобразования (3,5 % СВП)	Средняя глубина колеи, мм (6,0% СВП)	Угол кривой кривой колееобразования (6,0 % СВП)
2,1	0,05	4,3	0,17

Изменение свойств при различных показателях СВП ЩМА-22

Средняя глубина колеи, мм (3,5% СВП)	Угол кривой кривой колееобразования (3,5 % СВП)	Средняя глубина колеи, мм (6,0% СВП)	Угол кривой кривой колееобразования (6,0 % СВП)
3,3	0,10	3,5	0,13



Преимущества устройства верхних слоев покрытий с увеличенным номинально максимальным размером минерального заполнителя

Пластические свойства

Разрушающая нагрузка, Н	Деформация, мм	Сопротивление течению, Н/мм	Работа, Дж
ЩМА-16			
6210	2,613	2376,6	16226,7
ЩМА-22			
7240	3,428	2112,0	24818,7



Преимущества устройства верхних слоев покрытий с увеличенным номинально максимальным размером минерального заполнителя

Работа дорожной одежды в разных зонах напряжений

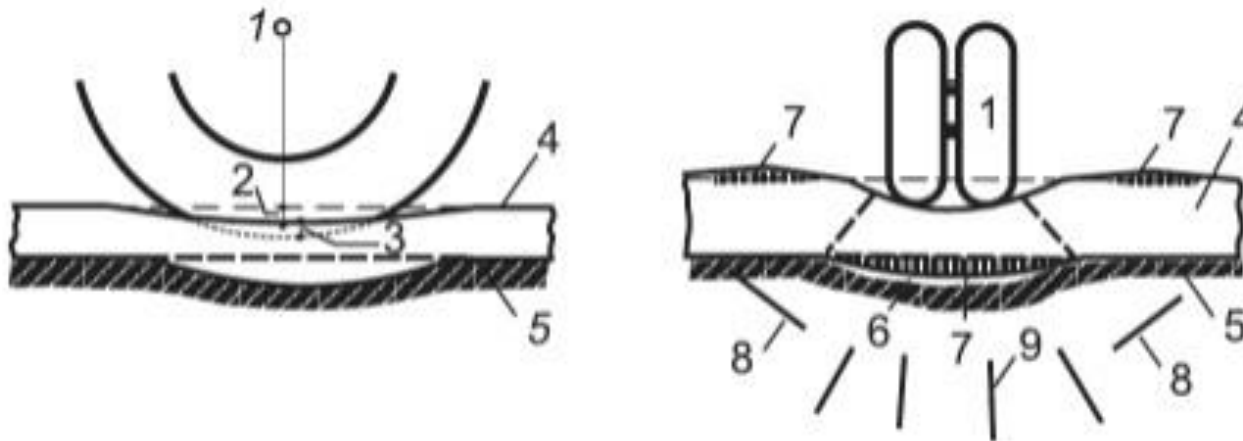


Схема образования чаши прогиба и разрушения нежестких дорожных одежд под колесом автомобиля: 1 — колесо; 2 — прогиб дорожной одежды; 3 — сжатие шины; 4 — дорожная одежда; 5 — земляное полотно; 6 — чаша прогиба; 7 — зоны растяжения и трещины в одежде; 8 — выпирание грунта; 9 — направление сжатия грунта



Расчетные характеристики по ПНСТ 542-2021

Значения кратковременного модуля упругости асфальтобетона при расчете дорожных одежд по допускаемому упругому прогибу и условию сдвигоустойчивости (Г.4)

Виды битумных вяжущих	Кратковременный модуль упругости асфальтобетона, МПа, при температуре, °С				
	10	20	30	40	50
1 Асфальтобетоны для устройства слоев покрытий					
1.2 ЩМА (см. ГОСТ Р 58406.1) на битумах (см. ГОСТ 33133)					
БНД 100/130	2700	1450	900	450	320
1.3 ЩМА (см. ГОСТ Р 58406.1) на ПБВ (см. ГОСТ Р 52056)					
ПБВ 130	1750	900	550	300	250
ПБВ 90	2500	1350	820	350	300
1.5 Асфальтобетоны (см. ГОСТ Р 58406.2) на битумах (см. ГОСТ 33133)					
БНД 100/130	3000	1600	1000	550	350
1.6 Асфальтобетоны (см. ГОСТ Р 58406.2) на ПБВ (см. ГОСТ Р 52056)					
ПБВ 130	1800	950	600	350	300
ПБВ 90	2800	1500	900	400	350
2 Асфальтобетоны для устройства слоев оснований					
2.2 Асфальтобетоны (см. ГОСТ Р 58406.2) на битумах (см. ГОСТ 33133)					
БНД 100/130	2300	1250	850	450	350
2.3 Асфальтобетоны (см. ГОСТ Р 58406.2) на ПБВ по ГОСТ Р 52056					
ПБВ 130	1400	700	450	300	200
ПБВ 90	2150	1150	750	350	300



Расчетные характеристики по ПНСТ 542-2021

Характеристики асфальтобетона при расчете на растяжение при изгибе под кратковременными нагрузками (Г.5)

Виды битумных вяжущих	Кратковременный модуль упругости асфальтобетона, МПа, при температуре 0 °С	R _{изгг} , МПа, при 0 °С	Усталостные коэффициенты	
			m	
1 Асфальтобетоны для устройства слоев покрытий				
1.2 ЩМА (см. ГОСТ Р 58406.1) на битумах (см. ГОСТ 33133)				
БНД 100/130	4700	9,3	5,0	5,4/6,3
1.3 ЩМА (см. ГОСТ Р 58406.1) на ПБВ (см. ГОСТ Р 52056)				
ПБВ 130	3300	9,3	4,5	5,6/6,6
ПБВ 90	4350	9,5	5,0	5,4/6,3
1.5 Асфальтобетоны (см. ГОСТ Р 58406.2) на битумах (см. ГОСТ 33133)				
БНД 100/130	5200	9,3	5,0	5,4/6,3
1.6 Асфальтобетоны (см. ГОСТ Р 58406.2) на ПБВ (см. ГОСТ Р 52056)				
ПБВ 130	3300	9,3	4,5	5,6/6,6
ПБВ 90	4850	9,5	5,0	5,4/6,3
2 Асфальтобетоны для устройства слоев оснований				
2.2 Асфальтобетоны (см. ГОСТ Р 58406.2) на битумах (см. ГОСТ 33133)				
БНД 100/130	4450	8,8	4,5	5,4/6,3
2.3 Асфальтобетоны (см. ГОСТ Р 58406.2) на ПБВ (см. ГОСТ Р 52056)				
ПБВ 130	2800	8,0	4,4	5,6/6,6
ПБВ 90	4150	8,5	4,6	5,4/6,3



Расчетные характеристики по ПНСТ 542-2021

Расчетные значения модуля упругости асфальтобетона при расчете на статическую нагрузку (Г.6)

Вид асфальтобетона	Значение модуля упругости при статической нагрузке, МПа, при температуре, °С			
	20	30	40	50
1 Асфальтобетоны для устройства слоев покрытий				
1.1 ЩМА (см. ГОСТ Р 58401.2 и ГОСТ Р 58406.1) с НМР 16 мм и более	340	280	240	200
1.2 ЩМА (см. ГОСТ Р 58401.2 и ГОСТ Р 58406.1) с НМР менее 16 мм	330	270	230	190
1.3 Асфальтобетоны (см. ГОСТ Р 58401.1 и ГОСТ Р 58406.2) с НМР 16 мм и более	400	340	290	240
1.4 Асфальтобетоны (см. ГОСТ Р 58401.1 и ГОСТ Р 58406.2) с НМР менее 16 мм	380	320	270	220
2 Асфальтобетоны для устройства слоев оснований				
2.1 Асфальтобетоны (см. ГОСТ Р 58401.1 и ГОСТ Р 58406.2)	390	330	280	230



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!