



## ПРИЧИНЫ РАЗРУШЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО СЛОЯ АСФАЛЬТОБЕТОНА

Шильников В.Ю.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> ТОО «Китайская Компания по строительству и развитию Синьсин», Астана, Казахстан

\*Корреспондент автор: shilnikov@rambler.ru

**Аннотация.** В работе исследованы причины разрушения промежуточного слоя асфальтобетона, расположенного между пористым основанием и верхним щебеночно-мастичным слоем покрытия. Установлено, что основной механизм повреждений связан с проникновением влаги в промежуточный слой и последующим её нагревом в летний период, что приводит к вымыванию битума и распаду смеси на отдельные гранулы. Анализ гранулометрического состава и содержания, вяжущего показал, что действующие нормативные требования ограничивают возможность увеличения толщины битумной пленки, необходимой для повышения стойкости материала. Для предотвращения разрушений предложено заменять верхний слой покрытия на плотный мелкозернистый асфальтобетон, увеличивать расход вяжущего в подгрунтовке, а также пересматривать нормативы содержания битума, водонасыщения и остаточной пористости при проектировании смесей. Рекомендации направлены на повышение водостойкости и долговечности асфальтобетона при сохранении его экономической привлекательности в регионах с ограниченными ресурсами щебня высокой прочности.

**Ключевые слова:** асфальтобетон, промежуточный слой, битум, водонасыщение, долговечность, пористость, гранулометрия.

### Введение

Крупнозернистые асфальтобетонные смеси типа Б относятся к бескаркасным смесям с пониженными требованиями к щебню по сравнению с каркасными смесями. Это позволяет получать экономический эффект на транспортных расходах по доставке щебня из местных карьеров по сравнению с доставкой щебня из других регионов.

Однако с увеличением нагрузок на дорожную одежду, были отмечены отрицательные результаты в использовании крупнозернистой асфальтобетонной смеси Тип Б в промежуточном слое, находящегося между двумя плотными материалами.

Здесь, представлены исследования по установлению причин разрушения крупнозернистого плотного асфальтобетона Типа Б, в нижнем слое покрытия (НСП) толщиной 10 см и определение возможных методов решения причин разрушения и недопущения разрушения в будущем на других проектах.

### Методология

Согласно проекту дорожной одежды, этот слой находился между двумя слоями асфальтобетона. Внизу располагался слой из пористой крупнозернистой смеси толщиной 12 сантиметров (верхний слой основания ВСО). Сверху перекрывался верхним слоем покрытия (ВСП) щебеночно-мастичным асфальтобетоном ЦМА-20, толщиной 5 см.

При строительстве все слои проходили лабораторный контроль и подтверждение на соответствие асфальтобетонных смесей СТ РК и ГОСТ для ЩМА. По нижнему слою покрытия, перед устройством верхнего слоя покрытия, осуществлялось движение построечного и транзитного транспорта, однако разрушений данного слоя не наблюдалось. Основные разрушения были отмечены после устройства верхнего слоя покрытия и эксплуатации его в течение зимнего периода. Разрушения начинали себя проявлять в весенне-летний период при наступлении жаркой погоды. Характер разрушения асфальтобетона НСП, выглядел как разрушение материала на отдельные гранулы по асфальтовому вяжущему. На щебеночно-мастичном асфальтобетоне ВСП эти разрушения проявляли себя в виде колеи или волн. Разрушений пористого асфальтобетона ВСО в этих местах в основном отсутствовало, что говорит об возникновении проблемы разрушения в асфальтобетонных слоях, а не пришедшей из нижележащих слоев дорожной одежды или земляного полотна. Также необходимо заметить, что аналогичные проблемы с асфальтобетоном Тип Б в промежуточном слое отмечалась на многих проектах. Это говорит о корневой проблеме с материалами вызванными системными отклонениями.

В результате поиска аналогичных разрушений и причин разрушений асфальтобетона в промежуточном слое НСП в других статьях [1] в интернете, можно найти упоминание о разрушениях, вызванных попаданием влаги в промежуточный слой асфальтобетона. В весенне-летний период при нагревании покрытия солнечными лучами, происходит нагревание попавшей воды в промежуточный слой, которая не может выйти из него. Вода становится более агрессивной к битуму и происходит вымывание битума из слоя с распадом материала на отдельные гранулы. Описанная система разрушения и появления дефекта совпадает с увиденным на участке разрушенного асфальтобетона промежуточного слоя. Для устранения данного дефекта от появления в будущем необходимо решить две задачи:

- уменьшение попадания влаги в промежуточный слой асфальтобетона.
- увеличить толщину пленки асфальтового вяжущего в смеси.

Щебеночно-мастичный асфальтобетон верхнего слоя покрытия, максимальной крупностью 20 мм, имеет ярко выраженную шероховатость поверхности, что затрудняет сток воды с покрытия по сравнению с мелкозернистыми асфальтобетонными смесями. Также гранулометрический состав имеет тенденцию к созданию пористости за счет каркасного щебня, что при отклонениях к дозированию может привести к повышению пористости. Этот фактор приводит к прониканию воды в промежуточный слой через щебеночно-мастичный асфальтобетон. Для решения первой задачи необходимо запретить на асфальт из крупнозернистого асфальтобетона Тип Б укладку щебеночно-мастичного асфальтобетона. Заменяв щебеночно-мастичный асфальтобетон на плотный мелкозернистый асфальтобетон согласно СТ РК 1225 [5]. Также это будет более экономически выгодно, так как асфальтобетоны Тип Б используются в регионах с невысокими прочностными характеристиками щебня. В таких регионах доставка щебня из других регионов с высокими прочностными характеристиками, существенно повышает стоимость асфальтобетонов, что становится экономически необоснованно.

Для уменьшения попадания воды в промежуточный слой, как дополнительную меру, можно рекомендовать увеличение расхода битума в подгрунтовике между верхним и нижним слоем покрытия.

Для решения второй задачи по увеличению толщины пленки асфальтового вяжущего в смеси были испробованы три метода. Первый метод основывался на увеличении количества битума в смеси в пределах требования СТ РК 1225. Второй метод, в определении возможности увеличения пористости минеральной части за счет изменения гранулометрического состава смеси для вовлечения большего количества битума в смесь. Третий метод, в изменении требований к смеси для возможности увеличения количества битума в смеси.

Рекомендованные пределы битума в СТ РК 1225 для Тип Б, находятся в пределах от 5 до 6,5%. Для проверки возможности использования первого метода, в асфальтобетонную смесь добавили 6,1% битума. При этом были получены заниженные требования по водонасыщению и остаточной пористости смеси, см. Таблицу 2 и Рисунок 6, вариант смеси 1 – 6. Только снижение количество битума, позволили получить более лучшие показатели по водонасыщению и остаточной пористости смеси, см. Таблицу 2 и Рисунок 6, вариант смеси 9, 10 и 11. Это говорит о невозможности использования данного метода для увеличения толщины битумной пленки без кардинальных изменений к требованию смеси.

Второй метод, увеличения пористости минеральной части за счет изменения гранулометрического состава смеси для вовлечения большего количества битума в смесь. Для этого были применены наработки зарубежных методов построения кривых.

## Результаты и Обсуждение

Крупнозернистый плотный асфальтобетон Тип Б, содержит щебень в количестве от 40% до 50%, и является бескаркасной системой из щебня. Пористость для битума и поры для воздуха (остаточная пористость) формируется за счет гранулометрического состава песчаной части кривой с учетом занятых пор пылеватых частиц (менее 0,075 мм). Данный подход к проектированию смесей показан в системе подбора асфальтобетонных смесей в зарубежной литературе [2] [3], где вводится понятие «restricted zone», через которую нельзя проводить кривую гранулометрического состава (см. рис 1), так как в этом случае получается очень плотная смесь с отсутствием достаточной пористости минеральной части для создания вяжущим необходимой толщиной асфальтовой пленки.

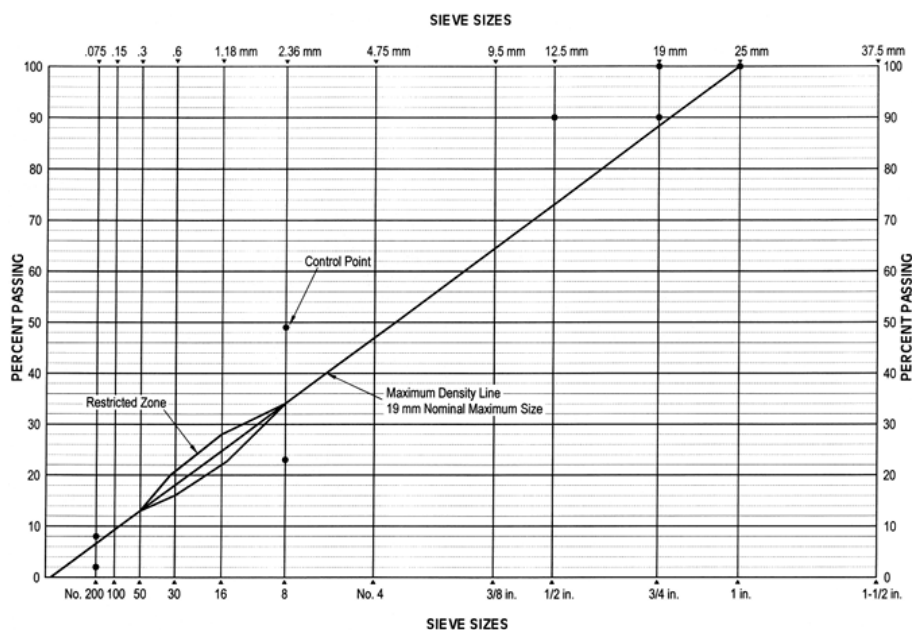


Рисунок 1 - Кривая гранулометрического состава

Для сравнения кривой крупнозернистой смеси Тип Б согласно СТ РК 1225, был взят аналог по крупному заполнителю в ASTM D 3515 [4] (см рисунок 2).

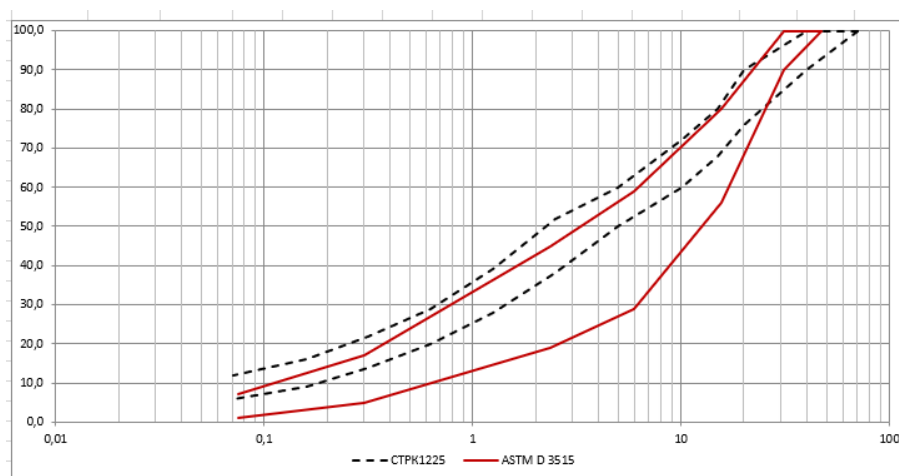
Кривизна гранулометрических кривых показывает:

- Существует небольшое перекрытие зон крупнозернистой смеси Тип Б согласно СТ РК 1225 и зоны ASTM D 3515.

- Количество частиц менее 0,075 мм у кривой ASTM D 3515 меньше, чем у кривой Тип Б согласно СТ РК 1225.

Более крутая кривая соответствует кривой ASTM D 3515, с большим содержанием щебня.

Это говорит о создании большей минеральной пористости смеси для вовлечения битума у гранулометрической кривой ASTM D 3515, по сравнению с кривой крупнозернистой смеси Тип Б согласно СТ РК 1225. При этом необходимо отметить, что кривые по ASTM D 3515 ближе находятся к каркасной системе, чем Тип Б.



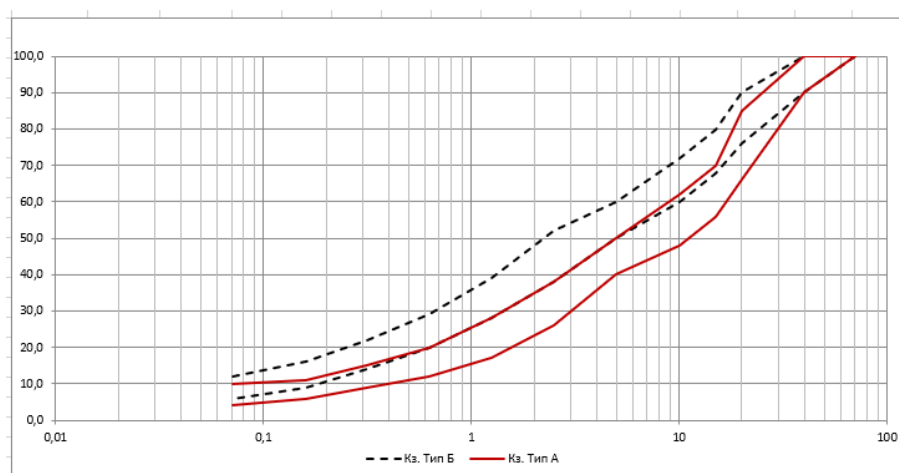
**Рисунок 2 - Кривая крупнозернистой смеси**

Если проанализировать гранулометрические кривые между крупнозернистыми смесями Тип А и Тип Б согласно СТ РК 1225, (см. Рисунок 3) то получим следующие выводы:

- Тип Б больше зависит от песчаной части, чем Тип А, так как содержание песчаной части в Тип Б составляет 50-60% в Тип А 40-50%. Однако несмотря на это кривизна кривой Тип А более лучшая для создания пористости минеральной части чем для Типа Б.

- Количество пылевой части (менее 0,075 мм) у Типа Б (6-12%) выше, чем у Типа А (4-10%). Чем больше количество пылевой части менее 0,075 мм, тем меньше пористости минеральной части, так как пыль заполняет ее.

Кривизна кривой песчаной фракции выше у Тип А, чем Тип Б.



**Рисунок 3 - Кривая между крупнозернистыми смесями**

Следовательно пористости минеральной части образованной кривой гранулометрического состава Тип Б будет ниже, чем у Типа А.

Для определения возможности увеличения пленки асфальтового вяжущего в смеси, были проведены испытания с изменением количества битума и кривой гранулометрического состава. Цель испытаний была увеличение пористости минеральной части для гарантированного вовлечения большего количества битума в смесь.

Гранулометрический состав собирался из навесок на каждом сите, что позволило получать точную кривую для уменьшения погрешности получаемой кривой при дозировании по фракциям. Было испытано 13 вариантов смесей (см. таблица 1). Три варианта в пределах гранулометрического состава Тип Б (см. рисунок 4). Четыре варианта с отклонением от пределов гранулометрического состава Тип Б в районе щебеночной части и шесть вариантов с дополнительными отклонениями в районе песчаной части кривой (см. рисунок 5). При этом как в ASTM D 3515, было уменьшено количество минерального порошка и увеличена кривизна песчаной кривой. Во всех гранулометрических кривых содержание щебня было принято 45%, для соответствия требованиям Тип Б.

Таблица 1 - Данные применяемых вариантов с №1 по №13

Размер сит	Гранулометрический состав														
	ниж предел	верх предел	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3	Вар. 4	Вар. 5	Вар. 6	Вар. 7	Вар. 8	Вар. 9	Вар. 10	Вар. 11	Вар. 12	Вар. 13
70	100	100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
40	90	100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
20	76	90	83,0	81,0	83,0	81,0	76,0	76,0	76,0	70,0	70,0	83,0	65,0	65,0	65,0
15	68	80	74,5	72,5	76,0	77,0	71,0	65,5	65,5	70,0	70,0	74,5	62,0	62,0	62,0
10	60	72	66,0	64,0	69,0	73,0	66,0	55,0	55,0	70,0	70,0	66,0	59,0	59,0	59,0
5	50	60	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
2,5	38	52	41,0	41,0	41,0	41,0	41,0	41,0	41,0	40,0	40,0	40,0	41,0	45,0	45,0
1,25	28	39	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	28,0	28,0	28,0	27,0	26,0	26,0
0,63	20	29	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	20,0	19,0	19,0	16,0	15,0	15,0
0,315	14	22	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	14,0	13,0	13,0	9,0	10,0	10,0
0,16	9	16	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	9,0	8,0	8,0	6,0	7,0	7,0
0,071	6	12	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	6,0	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0
Битум (сверх 100%)	5 - 6,5%		6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	5,75	5,75	5,3	5,3	5,3	6	5,75

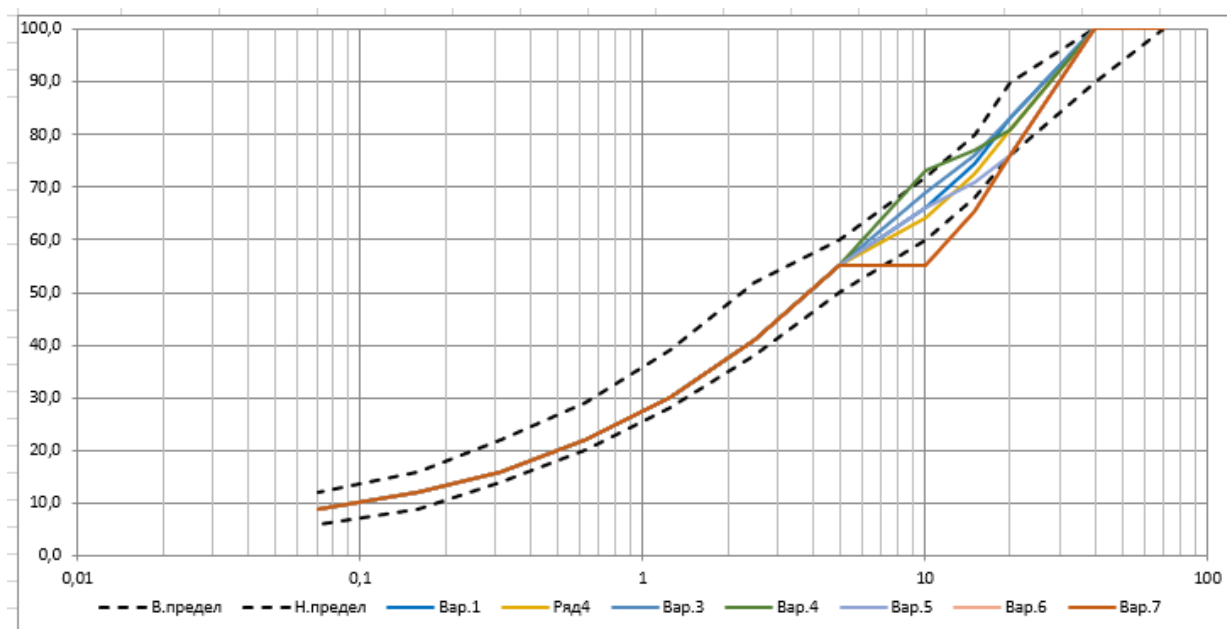


Рисунок 4 - Варианты кривой гранулометрического состава с №1 по №7

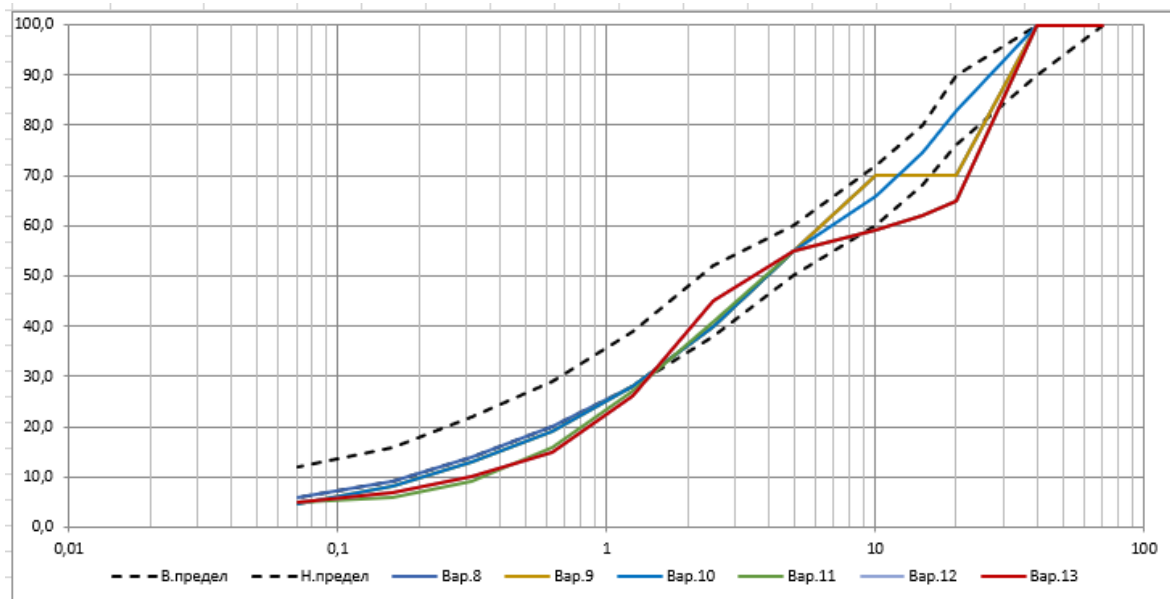


Рисунок 5 - Варианты кривой гранулометрического состава с №8 по №13

Таблица 2 - Лабораторные результаты вариантов с №1 по №13

Показатель	Ед. изм.	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3	Вар. 4	Вар. 5	Вар. 6	Вар. 7	Вар. 8	Вар. 9	Вар. 10	Вар. 11	Вар. 12	Вар. 13
Содержание битума (сверх 100%)	%	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	5,75	5,75	5,3	5,3	5,3	6	5,75
отношение пыль/битум		1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,57	1,04	0,85	0,85	0,94	0,83	0,87
Водонасыщение	%	0,55	0,99	0,57	0,58	0,55	0,83	0,96	1,26	1,7	2,2	2,52	1,39	1,22
Остаточная пористость	%	2,81	1,62	2,62	1,91	2,21	1,35	1,52	2,44	3,79	3,18	3,92	3,50	2,71
Пористость минеральной части	%	16,41	15,45	16,30	15,66	15,93	15,13	14,56	15,39	15,68	15,08	15,92	16,88	15,56
расчетная остаточная пористость при битуме 5,5%	%	4,15	2,99	3,87	3,24	3,56	2,74	2,05	3,00	3,34	2,78	3,64	4,69	3,32



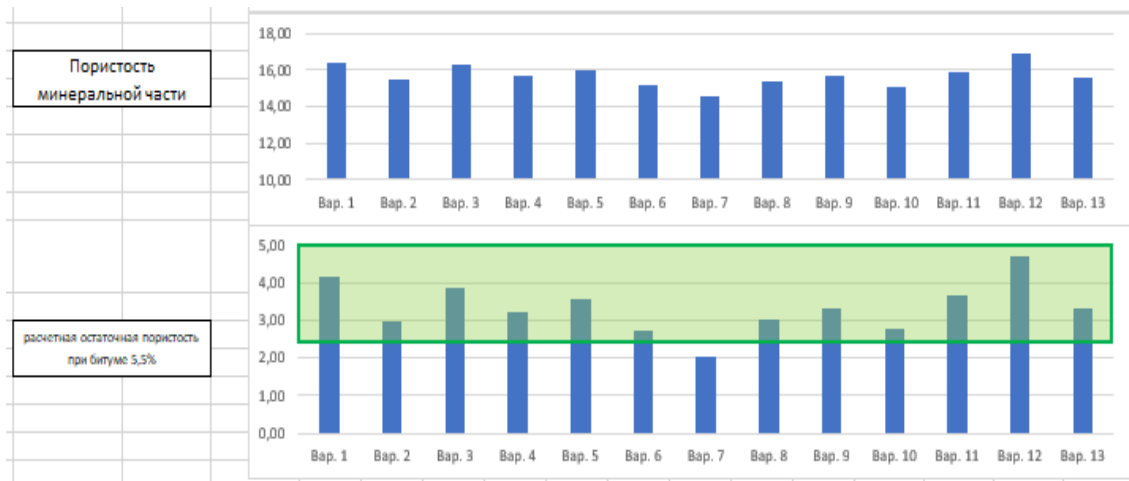
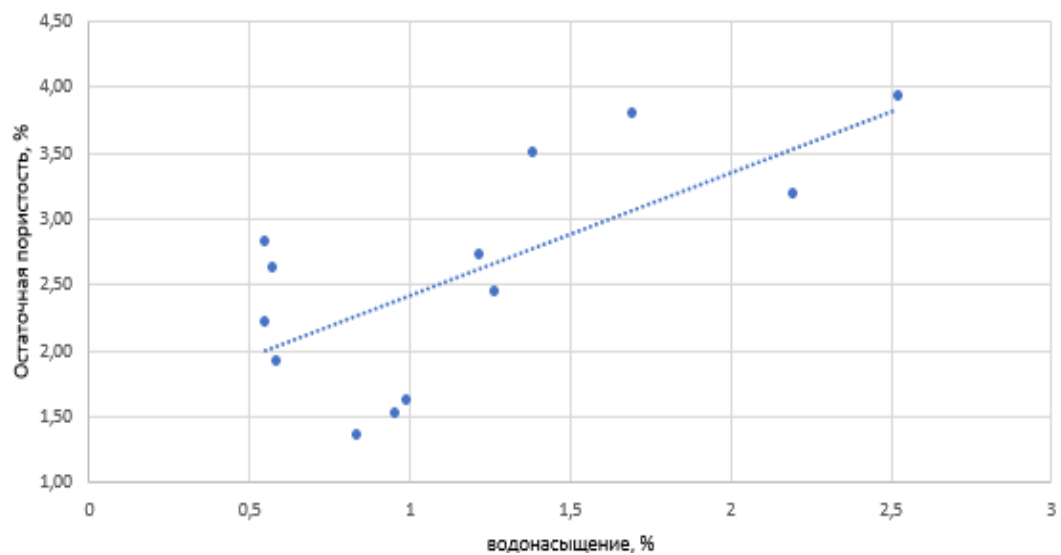
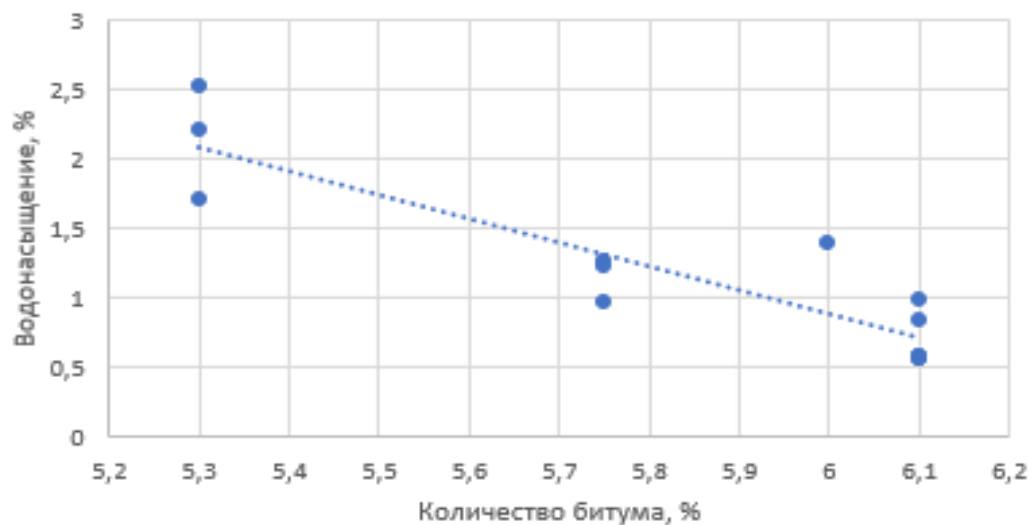


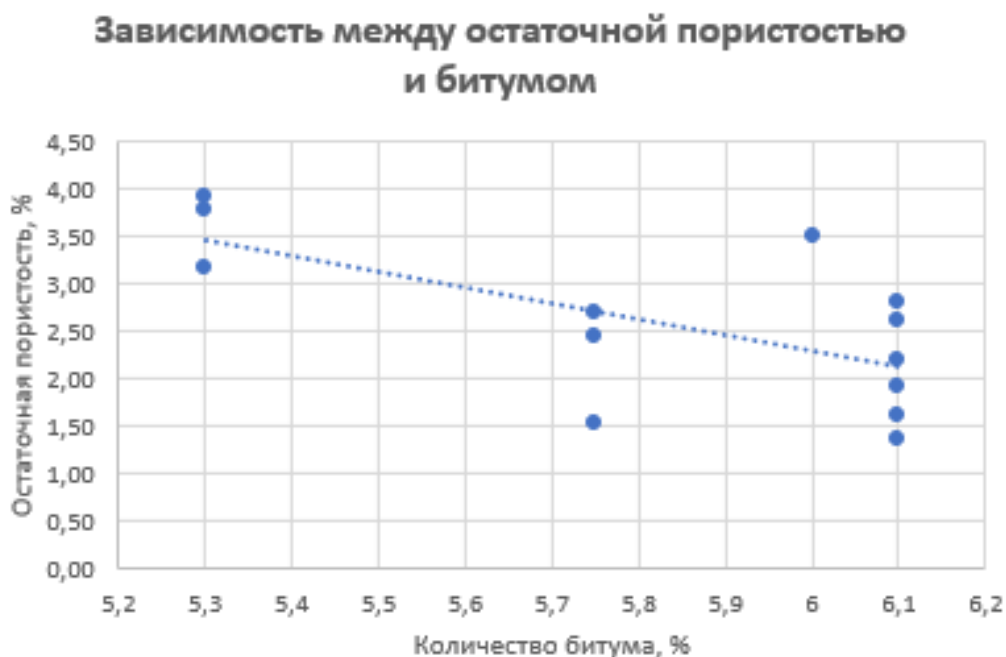
Рисунок 6 - Лабораторные результаты вариантов с №1 по №13

### Зависимость между остаточной пористостью и водонасыщением



### Зависимость между водонасыщением и битумом





**Рисунок 7 - Зависимость между остаточной пористостью, водонасыщением и количеством битума**

	№ n/n вариантов	единый показатель, X	Средняя величина $X_{cp}$	$X-X_{cp}$	$(X-X_{cp})^2$	
	1	4,15	3,336	0,814	0,662	
	2	2,99	3,336	-0,346	0,120	
	3	3,87	3,336	0,534	0,285	
	4	3,24	3,336	-0,096	0,009	
	5	3,56	3,336	0,224	0,050	
	6	2,74	3,336	-0,596	0,355	
	7	2,05	3,336	-1,286	1,654	
	8	3,00	3,336	-0,336	0,113	
	9	3,34	3,336	0,004	0,000	
	10	2,78	3,336	-0,556	0,309	
	11	3,64	3,336	0,304	0,092	
	12	4,69	3,336	1,354	1,833	
	13	3,32	3,336	-0,016	0,000	
	Средняя величина	3,336				
	Диапазон выборки вариантов		1-13.	1-5.	1-7.	8-13.
	Средняя величина		3,336	3,56	3,23	3,46
	Сумма $(X-X_{cp})^2$		5,484	1,127	3,136	2,348
	Среднеквадратичное отклонение $\sigma$		0,64949138	0,474660389	0,669339072	0,625540319
Среднеквадратичное отклонение умноженное на 3*			1,948474141	1,423981168	2,008017215	1,876620956
среднее квадратическое отклонение S			0,180136498	0,212274579	0,252986389	0,255375766
		В. Предел	5,285	4,986	5,237	5,338
		н. предел	1,388	2,138	1,221	1,585

**Рисунок 8 - Расчет среднеквадратичных отклонений показателей**

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- изменение гранулометрического состава не дало сильных изменений в пористости минеральной части и не позволило гарантированно больше вовлечь битума в смесь для увеличения толщины пленки, вяжущего;
- отказ от непрерывной гранулометрии в щебеночной части (вариант 7) показал не лучший результат по остаточной пористости, что говорит об отсутствии необходимости его применения;
- имеется возможность увеличения пределов в щебеночной части кривой в целях использования большего количество фракции 20-40 мм с уменьшением количество фракций



5-10 и 10-20 мм. Это позволит произвести экономию мелких фракций щебня и использовать их для верхнего слоя покрытия;

- уменьшение минерального порошка и увеличение кривизны кривой песчаной части, не привело к существенным изменениям показателям, что также говорит об отсутствии необходимости данных изменений. Уменьшение количества минерального порошка, также отрицательно скажется на вязкости асфальтового вяжущего (минпорошок + битум) и повлияет в сторону понижения прочностных показателей асфальтового вяжущего.

Наибольший интерес представляет разброс данных. Для их анализа была рассчитана остаточная пористость при постоянном количестве битума 5,5 % для всех вариантов, см. Таблицу 2 и Рисунок 6. Результаты расчета среднеквадратичного отклонения показали нормальные отклонения расчетных данных находящихся в диапазоне 3Б (вероятность появления 99,73 %), от 1,388 до 5,285 при средней величине 3,336 для выборки вариантов с №1 по №13 (см. Рисунок 8). Для других выборок диапазон разброса данных 3Б также велик. Учитывая диапазон требований по СТ РК 1225 для остаточной пористости от 2,5 до 5 % и фактический диапазон с учетом вероятности 99,73 %, можно сказать о фактическом превышении диапазона и в данном случае необходимо использовать подход для проектирования состава с учетом нормальных отклонений 3Б в показателях, зависящих от процесса. То есть нахождение пристрелочного показателя (среднего значения), при котором будет удовлетворяться требование по диапазону отклонений с учетом фактических нормальных отклонений при вероятности 99,73 %. Также необходимо прописать правила контроля и регулировки смеси при выпуске на асфальтовом заводе с учетом нормальных отклонений 3Б и назначения среднего проектного значения, так как внесение изменений при нормальных отклонениях процесса могут привести к выходу за границы требований СТ РК 1225 по остаточной пористости и водонасыщению, что иногда наблюдается на проектах. Данный феномен очень хорошо описан в примере Деминга «Эксперимент с воронкой» [6].

Третий метод, в изменении требований к смеси для возможности увеличения количества битума в смеси. Анализ зависимости количества битума в смеси и показателей водонасыщения (от 1,5 % до 4 %), показали невозможность получения требуемых показателей по водонасыщению при рекомендованном количестве битума 6,1% (согласно СТ РК 1225 рекомендовано битум от 5 % до 6,5 %). Требования по водонасыщению и остаточной пористости ограничивают возможность вовлечения большего количества битума в смесь при рекомендуемом количестве битума, а как следствие приводит к более тонкой пленке вяжущего и разрушения крупнозернистого асфальтобетона Тип Б в промежуточном слое. В данном случае рекомендуется ввести понятие проектирование смеси с показателями по водонасыщению от 0,75 % до 2 %, а остаточную пористость от 2 % до 3,5 % (см. Рисунок 7). При этом при контроле выпуска смеси и уложенной на дорогу показатели по водонасыщению (до 4,5 %) и остаточной пористости (до 5 %) оставить указанные в СТ РК 1225. Рекомендованное количество битума установить предел от 5,5 % до 6,5 %. Снижение показателей по водонасыщению и остаточной пористости позволит уменьшить вероятности проникновения воды в промежуточный слой и способствовать его разрушению.

### Заключение

Возникающие разрушения в промежуточном слое из крупнозернистого асфальтобетона Тип Б, связаны с попаданием воды в промежуточный слой и перехода ее в агрессивное состояние для битума в результате нагрева в летний период покрытия и содержащейся в ней воды. Тонкая пленка асфальтового вяжущего не выдерживает агрессивной среды и разрушается, при этом асфальтобетон распадается на отдельные гранулы. В целях недопущения появления данных дефектов в будущем рекомендуется:

- ограничить попадание воды через верхний слой покрытия, путем выполнения его из асфальтобетона согласно СТ РК 1225, и увеличения расхода, вяжущего в подгрунтовке

выполняемой между слоями покрытия. Запретить укладку щебеночно-мастичного асфальтобетона на нижний слой покрытия из крупнозернистого асфальтобетона Тип Б;

- повысить нижний предел содержания битума в крупнозернистом асфальтобетоне Тип Б до 5,5 %, также понизить требования по нижнему пределу водонасыщения до 0,75 % и остаточной пористости до 2 %. Также внести понятие пределы для проектирования и контроля смеси при выпуске и устройства слоя. Для проектирования смеси показатели по водонасыщению изменить на диапазон от 0,75 % до 2 %, остаточную пористость от 2 % до 3,5 %, рекомендованному содержанию битума от 5,5 % до 6,5 %. При этом при контроле выпуска смеси и уложенной на дорогу показатели по водонасыщению (до 4,5 %) и остаточной пористости (до 5 %) оставить указанные в СТ РК 1225;

- в целях учета среднеквадратичных отклонений показателей асфальтобетонной смеси, внести требования по контролю приготовления смеси на асфальтобетонном заводе на основании показателей дозаторов и отчетов компьютерного дозирования, а также принимаемых мероприятий в случае получения данных отклонениям от требований смеси выше требуемых.

Несмотря на множество типов смесей, смеси типа Б необходимо отнести к отдельным типам асфальтобетонных смесей позволяющих получать экономический эффект в регионах, где отсутствует щебеночный материал с повышенными прочностными характеристиками. Экономия на транспортных расходах существенно может отличаться по стоимости асфальтобетона Типа Б по сравнению с Типом А, поэтому улучшение сопротивляемости нагрузкам и долговечности асфальтобетоном типа Б являться прерогативой для развития асфальтобетонов в дорожной отрасли.

### **Список литературы**

1. Веренько В. А., Сизов В. Д. Особенности тепло-влажностного режима пористых слоев асфальтобетонных покрытий // Строительство и архитектура. - УДК 625.855.3. <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-teplovlazhnostnogo-rezhima-poristyh-sloev-asfaltobetonnyh-pokrytiy/viewer> - **электронный ресурс**
2. Hot-Mix Asphalt Paving Handbook 2000: AC 150/5370-14A Appendix 1. Washington, DC: U.S. Army Corps of Engineers; 2000. - ISBN 0-309-07157-7. - **книга (на англ)**
3. Asphalt Institute. MS-2 Asphalt Mix Design Methods. 7th ed. Lexington, KY: Asphalt Institute; 2014. ISBN 978-1-934154-70-0. - **книга (на англ)**
4. ASTM D3515-96. Standard Specification for Hot-Mixed, Hot-Laid Bituminous Paving Mixtures. West Conshohocken, PA: ASTM; 1996. - **международный стандарт**
5. СТ РК 1225-2019. Смесей асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. - Астана: Комитет технического регулирования и метрологии МТИ РК; 2019. - **государственный стандарт**
6. Деминг У. Э. Новая экономика / 2-е изд. - М.: Эксмо; 2006. - **книга**

### **Сведения об авторе (на трех языках):**

Шильников Вадим Юрьевич - директордың кеңесшісі, «Синь-Син» Құрылыс және Даму Қытай Компаниясы ЖШС, Астана қ., Қазақстан Республикасы, shilnikov@rambler.ru

Шильников Вадим Юрьевич - советник директора, ТОО «Китайская компания по строительству и развитию «Синь-Син», г. Астана, Республика Казахстан, shilnikov@rambler.ru

Shilnikov Vadim Yuryevich - Advisor to the Director, LLP «Chinese Construction and Development Company Xin-Xin», Astana, Republic of Kazakhstan, shilnikov@rambler.ru

### **Вклад авторов:**

Шильников В. Ю. - разработка концепции исследования, сбор и анализ экспериментальных данных, подготовка гранулометрических кривых, проведение

лабораторных испытаний, интерпретация результатов, формирование выводов и рекомендаций, подготовка и редактирование рукописи.

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Использование искусственного интеллекта (ИИ):** Авторы заявляют, что не использовали искусственный интеллект.

## **АСФАЛЬТБЕТОННЫҢ АРАЛЫҚ ҚАБАТЫНЫҢ БҰЗЫЛУ СЕБЕПТЕРІ**

**В.Ю. Шильников<sup>1\*</sup>**

<sup>1\*</sup>ЖШС «Қытайлық Синьсин Құрылыс және Дамыту Компаниясы», Астана, Қазақстан

\*Хат алмасушы автор: shilnikov@rambler.ru

**Аннотация.** Бұл жұмыста пористы негіз бен үстіңгі қабат арасындағы аралық асфальтбетон қабатының бұзылу себептері зерттелді. Негізгі зақымдану механизмі аралық қабатқа ылғалдың еніп, жаз мезгілінде қызуы нәтижесінде битумның шайылып, қоспаның түйірлерге бөлінуімен байланысты екені анықталды. Дән құрамын және байланыстырғыш мөлшерін талдау қолданыстағы нормативтік талаптардың материалдың төзімділігін арттыруға қажетті битум қабықшасының қалыңдығын ұлғайту мүмкіндігін шектейтінін көрсетті. Зақымдануды болдырмау үшін үстіңгі қабатты тығыз ұсақ түйірлі асфальтбетонға ауыстыру, астыңғы қабатқа битум мөлшерін арттыру және қоспаларды жобалау кезінде битум, су сіңіру және қалдық кеуектілік нормаларын қайта қарау ұсынылады. Ұсыныстар асфальтбетонның суға төзімділігі мен ұзақ мерзімділігін арттыруға, сондай-ақ жоғары берікті қиыршық тас қоры шектеулі аймақтарда оның экономикалық тартымдылығын сақтауға бағытталған.

**Түйін сөздер:** асфальтбетон, аралық қабат, битум, су сіңіру, ұзақ мерзімділік, кеуектілік, түйір құрамы.

## **CAUSES OF INTERMEDIATE ASPHALT CONCRETE LAYER FAILURE**

**V.Y. Shilnikov<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>LLP «Chinese Xinxin Construction and Development Company», Astana, Kazakhstan

\*Corresponding author: shilnikov@rambler.ru

**Abstract.** This study examines the causes of damage in the intermediate asphalt concrete layer located between a porous base and the upper stone mastic asphalt layer. The main damage mechanism was found to be moisture penetration into the intermediate layer, followed by heating during the summer, leading to bitumen leaching and the disintegration of the mix into separate particles. Analysis of the gradation and binder content showed that current standards limit the ability to increase the thickness of the bitumen film, which is necessary to improve material durability. To prevent such damage, it is proposed to replace the upper layer with dense fine-grained asphalt concrete, increase binder application in the underlying layer, and revise standards for bitumen content, water absorption, and residual air voids during mix design. These recommendations aim to enhance the water resistance and durability of asphalt concrete while maintaining its economic attractiveness in regions with limited supplies of high-strength aggregate.

**Keywords:** asphalt concrete, intermediate layer, bitumen, water absorption, durability, porosity, gradation.



**Copyright:** © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) licence (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).