

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕГЛАМЕНТЫ ПО ПОВЫШЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

В данной статье рассматриваются, способы повышения долговечности асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог за счет повышения физико-механических свойств асфальтобетонной смеси. Одно из важнейших условий для нормальной работы автомобильного транспорта - хорошее состояние автомобильных дорог, обеспечивающее круглогодичное бесперебойное движение транспорта.

Ключевые слова: асфальтобетон, гранитного щебня, дробленая песка, асфальтобетонной смеси

A.B. Kurbanbayev - Ph.D., Associate Professor, KSUCTA,
M.A. Bektemirova - postgraduate student of OshTU

TECHNICAL REGULATIONS ON IMPROVING RELIABILITY AND QUALITY OF ASPHALT CONCRETE MIXTURE FOR ROAD CONSTRUCTION

In this article, we consider ways to improve the durability of asphalt concrete road surfaces by improving the physical and mechanical properties of the asphalt-concrete mixture. One of the most important conditions for the normal operation of road transport is the good condition of roads providing year-round uninterrupted traffic.

Keywords: asphaltic concrete, granite rubble, crushed sand, asphalt-concrete mixture

Введение: Большинство строящихся и реконструируемых дорог капитального типа в Кыргызской Республике и зарубежом асфальтобетонные смеси для дорожного строительства каждым годом улучшается, однако фактический срок их службы ниже установленных ГОСТов и нормативами. В связи с этим повышение долговечности асфальтобетона представляет собой важную задачу дальнейшего технического прогресса в дорожном строительстве [1...3].

Наряду с повышением качества асфальтобетона и составляющих его материалов, совершенствованием технологии изготовления и укладки смеси использованием новых и местных строительных материалов, снижением себестоимости продукции, ускорение темпов технического прогресса в дорожном строительстве связано с повышением надежности и достоверности оценок свойств асфальтобетона, отражающих его реальное качество. Это определяет актуальность решения вопросов метрологического обеспечения при испытании асфальтобетонных смесей поскольку в действующих государственных стандартах (ГОСТ 9128-90, ГОСТ 12801-90) и руководствах по строительству асфальтобетонных покрытий вопросы точности стабильности, однородности отражены недостаточно глубоко и полно. В технических условиях нормативные требования к асфальтобетону не имеют статически обоснованных допусков как для ряда параметров испытаний, так и для показателей физико-механических свойств. В связи с этим целесообразно пересмотреть доработать указанные нормативно-технические документации и методику лабораторного контроля качества асфальтобетонной смеси для дополнения некоторых их разделов с точки зрения вероятности - статических позиций и учета реального смесей метрологического обеспечения дорожно-строительных лабораторий.

Целью данной работы является повышение долговечности асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог за счет достижения более достоверных оценок показателей физико-механических свойств асфальтобетонной смеси. Настоящее время около 95% грузов и пассажиров в КР перевозится автомобильным транспортом. Одно из важнейших условий для нормальной работы автомобильного транспорта - хорошее состояние автомобильных дорог обеспечивающее круглогодичное бесперебойное движение транспорта.

Методы и материалы исследования: Большинство построенных и строящихся автомобильных дорог с усовершенствованными покрытиями капитального типа - асфальтобетонные дороги.

Основные недостатки асфальтобетонных покрытий должен составлять около 20 лет, однако в среднем по СНГ этот показатель в 1,5 раза ниже. Увеличение же на 1 год срока службы асфальтобетонных покрытий дает экономию в КР более 2 млн. долларов США в год.

Под влиянием климатических факторов и механических нагрузок асфальтобетон в покрытии подвергается деформациям в виде трещин, волн, наплывов, наблюдается выкашивание и шелушение, износ верхнего слоя покрытия. Преждевременное разрушение покрытия дороги приводит к перерасходу материальных и финансовых ресурсов.

Показателями качества асфальтобетона, моделирующими работу покрытия в разных температурных режимах, является прочность при сжатии при температурах 50°C и 0°C (R_{50} , R_0). Коррозионная устойчивость покрытий зависит от степени воздействия климатических факторов на покрытие и определяется показателями водонасыщения $-W$, набухания $-H$, коэффициент водостойкости $-K$, прочность при сжатии R_{20} . Перечисленные показатели физико-механических свойств нормируется (ГОСТ 9128-90) а соответствие требованиям контролируется в лаборатории (ГОСТ12801-90). Результаты испытания асфальтобетонной смеси должны быть достоверными, поскольку проводится проверка и корректировка состава смеси и технологического процесса ее приготовления.

При подборе состава, текущем контроле изготовления асфальтобетонных заводах (АБЗ) показатель качества определяться повторными испытаниями. Каждый результат испытания рассматривается как случайная величина. Важно изучить степени рассеяния исследуемых результатов, объективную оценку которой составляет среднее квадратическое отклонение $-S$ и коэффициент вариации $-U$, чем меньше значение S и U , там меньше разброс оценок свойств асфальтобетона и выше качества смеси.

Для определения фактической величины вариации показателей физико-механических свойств асфальтобетонной смеси был проведен эксперимент, в котором принимали участие пять различных лабораторий. На АЗС отобраны три разных замеса одинаковой мелкозернистой асфальтобетонной смеси. Отдельная лаборатория для каждой смеси с десятикратной повторностью определила основные физико-механические свойства. Рассчитаны средние показатели свойства X , S , U . Средние арифметические показатели одной лаборатории сравнивали с усредненным значением, полученным по результатом пяти лабораторий.

Обнаружена значительная вариация результатов испытания. Наибольшая вариация получена для водонасыщения ($U_{cp} = 24\%$), наименьшая для средней плотности ($U_{cp} = 0.54\%$). Для набухания коэффициент вариации рассчитывать нецелесообразно. Для механических свойств U_{cp} - колеблется от $12,9\%$ (R_{20}) до $14,9\%$ (R_{50}). Вариация показателей физико-механических свойств уменьшается в порядке, указанном в табл 1.

К наиболее неустойчивым свойствам следует отнести набухание и водонасыщение. Большая вариация данных показателей обусловлена несовершенством методики изготовления стандартных образцов и их испытания в лаборатории. Показатели прочности (R_{20} , R_{50} и R_0) по коэффициенту вариации существенно не различаются и по своей величине занимают промежуточное положение между средней плотностью и набуханием.

Таблица 1

**Коэффициент вариации показателей физико-механических свойств
асфальтобетонной смеси**

Коэффициент вариации $U, \%$	Физико-механические свойства					
	$W, \%$	R_{50} МПа	R_g МПа	R_{20} МПа	K_g	$P, \text{ кг /м}^3$
Предельные	8,8-485	1,8-29,2	1,0-36,2	1,2-32,5	0,3-20,9	0,1-0,75
Усредненные	24,10	14,93	13,92	12,90	8,23	0,54

Методом дисперсного анализа установлено, что для всех показателей межлабораторная дисперсия значительно больше внутри лабораторной, что свидетельствует о существенных различиях оснащении лабораторий особенно при определении механических свойств. Дисперсия водонасыщения и набухания в меньшей степени зависит от различных лабораторных случаях. Внутри лабораторная дисперсия превышает меж лабораторную, что связано с методическим несовершенством определения W и H .

С целью повышению достоверности результатов лабораторных испытаний асфальтобетонной смеси впервые в КР получены средние квадратические отклонения, характеризующие сходимость и воспроизводимость (табл.2) для каждого физико-механического свойства. Сходимость испытания - это качество испытаний лаборатории, одним лабораторном, определяющим очередные результаты и использованием одних и тех же приборов и методики при испытания - качество испытаний асфальтобетонной смеси, полученное в том случае, когда испытания производится разными лаборантами, качества разным лабораториях или же в одной лаборатории, но через большие промежутки времени, причем измерения производится одним и тем же методом на идентичных образцах. Для определения S_c и S_g разработана программа для ЭВМ, которую целесообразно использовать и в расчетах других строительных материалов.

Данные табл.2 показывают, что воспроизводимость - S_g идентичных образцов асфальтобетонной смеси в 2-4-раза больше сходимости S_c , это называет на различия в метрологическом обеспечении лабораторий. Наибольшие различия наблюдаются при определении $R_{20} \cdot R_{50} \cdot R_g \cdot R_0$.

Исходная из полученных S_c , для технических условий по испытанию асфальтобетонной смеси рассчитаны предельные размахи A (табл.3)

Таблица 2

Средние вадритические отклонения сходимости и воспроизводимости

№	Физико-механические свойства асфальтобетонной смеси	Средние квадратические отклонения	
		сходимость	воспроизвод
1	Средняя плотность – $\rho, \text{ кг /м}^3$	0,0,1	0,01
2	Водонасыщение - $W, \%$	0,10	0,30
3	Набухание – $H, \%$	0,07	0,11
4	Коэффициент водостойкости – K_v	0,09	0,15
5	Прочность при сжатии – R_{20} МПа	0,32	1
6	Прочность при сжатии – R_{50} МПа	0,10	0,20
7	Прочность при сжатии – S_v МПа	0,32	1,20
8	Прочность при сжатии – R_0 МПа	1,0	4,0

Для повышения надежности и эффективности работы дорожно-строительных работ лабораторий, а следовательно, достоверности результатов испытаний асфальтобетона необходимо на 20-75% укомплектовать лаборатории новым оборудованием, которое должно выпускаться промышленностью в достаточном количестве.

Предельные размахи показателей физико-механических

№	Физико-механические свойства асфальтобетонной смеси	A=X _{max} -X _{min}		
		По ГОСТ при П-3	Рекомендуется при	
			П=2	П=3
1	Средняя плотность – ρ, кг /м ³	0,02	0.028	0.033
2	Водонасыщение - W, %	0,5	0.28	0.33
3	Набухание – Н, %	0,2	0.20	0.23
4	Коэффициент водостойкости – К _в	-	0.27	0.31
5	Прочность при сжатии – R ₂₀ МПа	10	0.9	1.06
6	Прочность при сжатии – R ₅₀ МПа	10	0.28	0.33
7	Прочность при сжатии – R ₀ МПа	10	2.83	3.37

Методика испытаний асфальтобетонных смесей включает многочисленные операции изготовления и испытания образцов. Очевидно, что конечный результат (показатель физико-механического свойства) зависит не только от метрологического обеспечения, но и от точности соблюдения требований методики.

Изготовление асфальтобетонных образцов выделено нами в отдельный технологический процесс, параметры которого оказывают влияние на конечный результат - достоверность показателей физико-механических свойств смеси.

Для проведения экспериментальных исследований нами применены методы математического планирования эксперимента. В первой части варьировались факторы изготовления образцов, а параметры испытания поддерживались строго на одном уровне. Во второй части параметры изготовления образцов поддерживались на одном уровне, а факторы испытания (отдельно для физических и механических свойств) варьировались экспериментальные исследования проводились на основе специально изготовленной в лаборатории (одним исследованием) из отдельных фракций гранитного щебня и дробленого песка мелкозернистой асфальтобетонной смеси типа «Б» марки I (расход битума - 6%).

В первой части эксперимента были выбрано 7 независимых друг от друга факторов (параметров) изготовления образцов со следующими значениями и интервалами варьирования: температура асфальтобетонной смеси – X₁(140±20⁰ С), температура металлических форм – X₂(90±70⁰ С), время вибрирования при уплотнении комбинированным методом X₃(3±2 мин.), амплитуда вибрирования X₄(0,4 ± 0,2 мм), уплотняющая нагрузка под прессом – X₅(20±10МПа), время выдерживания уплотняющей нагрузки – X₆(3±3мин), штыковки ножом – X₇(10±10шт).

После реализации эксперимента 2⁷⁻³ и последовательного регрессионного анализа получены адекватные экспериментально-статические модели свойств (1-5):

$$R_{20}=5,10+0,41X_1+0,51X_4+0,72X_5+0,55X_6 \quad (1)$$

$$R_{50}=1,75+0,17X_1+0,22X_4+0,28X_5+0,18X_6 \quad (2)$$

$$R_0=11,17+0,53X_1+0,79X_4+1,41X_5+0,62X_6 \quad (3)$$

$$P=2,30+0,11X_3+0,14X_4+0,05X_5+0,008 X_3 X_6 \quad (4)$$

$$W=5,69+0,40X_3+0,70X_4+1,81X_5+0,35 X_3 X_1 \quad (5)$$

Незначимыми параметрами оказались: температура металлических форм – X₂ штыковка - X₇, а также время вибрирования при уплотнении – X₃ для механических свойств; температура смеси X₁, и время выдерживания уплотняющей нагрузки –X₆ для физических свойств.

Как видно из уравнений, наиболее значимыми оказались: уплотняющая нагрузка под прессом X₅, амплитуда вибрирования X₄, а также температура смеси – X₁, и время

выдерживания уплотняющей нагрузки – X_6 для механических показателей; время вибрирования – X_3 для физических свойств.

Установлено, что изменение температуры смеси при формовании образцов ($140 \pm 20^\circ\text{C}$) и скакает среднее значение прочностных показателей от 5 до 10%, амплитуды вибрирования ($0,4 \pm 0,2\text{мм}$) от 7 до 12%, уплотняющей нагрузки ($3 \pm 3\text{мин}$) 5,5 до 10%. Из-за погрешностей параметров изготовления негодный механический показатель может оказаться годным и наоборот.

Водонасыщение значительно уменьшается (на 31.8%), если изменить уплотняющую нагрузку от 20 до 30 МПа, а средняя плотность увеличивается только на 2,2%.

Во второй части эксперимента по плану 2^4 выбрано по четыре параметра испытания образцов отдельно для механических и физических свойств.

Из полученных зависимостей можно сделать вывод, что к изменению скорости от 3 до 6 мм/мин чувствительны образцы, у которых температура испытаний меньше, а прочность больше. Центричность установки образцов существенно влияет на механические свойства – нецентричность в 5 мм уменьшает прочность на 9-17%

При самом неблагоприятном сочетании главных, влияющих факторов испытаний могут получиться недостоверные оценки свойства асфальтобетонной смеси.

Установлено, что изготовление асфальтобетонных образцов – процесс гораздо сложный и важный, чем их испытание. Получены допуски для каждого лабораторного параметра, которые не должны быть превышены при испытании.

Рекомендованы усовершенствованные технические условия для определения соответствия показателей физико-механических свойств асфальтобетонной смеси техническим требованиям. Технические условия дополнены статистически обоснованным необходимым числом образцов для определения каждого свойства, методом оценки достоверности полученных результатов и исключения «аномальных» величин.

Каждый показатель качества рекомендуется оценивать совместно по X и S , по которым определяется вероятностная доля брака показателя (Бр, %), что позволяет дифференцировать использование смеси по отдельным качественным показателям. Разработка блок-схема определения годности асфальтобетонной смеси по отдельному физико-механическому свойству.

С позиций эргономики вся стандартная методика испытаний при определении показателя физико-механических свойств асфальтобетонной смеси разделена на три части с четким выделением каждой операций, их последовательности и имеющихся возмущений: I часть – подготовка к испытанию, II часть – испытание, III часть – результат испытания.

Выводы:

1. Использование усовершенствованных технических условий и методики определения показателей физико-механических свойств асфальтобетонной смеси повышает достоверность решений о годности или браке смеси, что позволяет правильно оценить качество смеси и, если необходимо определить состав смеси, внести коррективы в технологический процесс изготовления с целью повышения качества асфальтобетонной смеси.
2. Получены математические модели, описывающие изменения показатели физико-механического свойства асфальтобетонной смеси под влиянием лаборатории факторов испытания. Выделены наиболее значимые факторы (требования стандартные), которые могут быть рекомендованы как основные. Для них установлен статически обоснованные допуски способствующие повышению достоверное проведения испытания

Литература:

1. **Абдыкалыков, А.А.** Экспериментально-теоретические основы оптимизации реологических и прочностных свойств наполненных композиционных строительных материалов. [Текст] / Абдыкалыков А.А. // – Бишкек: Технология, 2000-с.124-126.

2. **Абдыкалыков, А.А.** Модифицированный бетон для дорожного строительства [Текст]/ В.И. Соловьев, А.Б. Курбанбаев //сб. научных трудов.вып.10, Бишкек КГУСТА 2001 к-с.141-145.
3. **Курбанбаев, А.Б.** Улучшение физико-механических свойств асфальто-бетонных покрытий автомобильных горных дорог Кыргызстана. Энергооберегающая архитектура горного Кыргызстана [Текст]/ Э.Н. Турдажиева, Кочкорбай кызы Э. // – Бишкек. КРСУ, 2017. –с.60-64.