

УДК 625.72/075.8

М.Ч. АПСЕМЕТОВ, Т.О. СОЛТОБАЕВ А.А. ПРИХОДЬКО, Р. ОМУРБЕК УУЛУ
M.CH. APSEMETOV, T.O. SOLTOBAEV A.A. PRIKHODKO, R. OMURBEK UULU
E.mail. ksucta@elcat.kg

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД УЧАСТКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ БИШКЕК – НАРЫН – ТОРУГАРТ (147 – 172 км)

ANALYSIS PAVEMENT STRUCTURE SECTIONS OF THE ROAD BISHKEK - NARYN – TORUGART (147 – 172 km)

Макалада Бишкек – Нарын – Торугарт автомобиль жолундагы 147 км ден 172 км чейинки тилкенин жол төшөлгөсүнүн конструкциясын талдоо каралган.

Ачык сөздөр: автомобиль жолу, жол кийими, асфальтобетон, шагыл таи, битум, жол кийиминин негизи, жүк, серпилгич чени.

В статье рассмотрен анализ дорожной одежды на участке 147 – 172 км автомобильной дороги Бишкек – Нарын – Торугарт.

Ключевые слова: автомобильная дорога, дорожная одежда, асфальтобетон, щебень, битум, основания дорожной одежды, нагрузка, модуль упругости.

In the article the analysis of pavement on a plot of 147 - 172 km of the road Bishkek - Naryn – Torugart.

Keywords: road, pavement, asphalt, gravel, asphalt, pavement base, load, modulus of elasticity.

Общая протяженность автомобильной дороги Бишкек – Нарын – Торугарт 539 км. Она является одной из главных транспортных артерий Кыргызской Республики и участком транспортного коридора «Европа - Восточная Азия». Дорога связывает три области страны - Чуйскую, Нарынскую и Иссык-Кульскую и обеспечивает транзитное движение через территорию Кыргызстана в направлении север-юг из Китая - от пограничного пункта «Торугарт» на юге, до населённого пункта «Кордай» в Казахстане на севере. Дорога является самой важной из двух основных трасс, связывающих Кыргызстан с Китаем, откуда, через Каракумское шоссе дает выход в Пакистан и порты Индийского океана и к тому же позволяет Россию и Казахстану попасть к этим портам.

Рассматривая автодорогу Бишкек-Нарын-Торугарт следует отметить, что она наряду с автодорогой Ош-Сарыташ-Иркештам формирует основной объем поступлений в бюджет в виде таможенных сборов, взимаемых за перевозку грузов и проезд грузового транзитного транспорта.

Автодорога Бишкек-Нарын-Торугарт была построена около 60 лет назад, и все последние 20 лет эксплуатировалась без капитального ремонта. В последние годы в связи с активизацией торгово-экономических отношений Кыргызстана с Китаем ее значение существенно возросло, но это способствовало еще большей изношенности дорожной одежды. Обновление магистрали стало жизненно необходимым.

Проектом предусмотрена реабилитация трассы с укладкой нового асфальтобетонного покрытия на всем протяжении, а также ремонт сопутствующих искусственных сооружений. Проект дороги разработан проектным институтом «Кыргыздортранспроект», а строительство производится Китайской компанией «China Road». В настоящее время строительство дороги на стадии завершения.

В статье анализированы конструкции и расчет дорожной одежды участка автомобильной дороги Бишкек – Нарын - Торугарт км 147-км 172, который расположен в

Тонском районе Иссык-Кульской области Кыргызской Республики и является дорогой международного значения, а также является единственным наземным путем, по которому осуществляются все перевозки грузов и пассажиров в Нарынскую и Иссык-Кульскую область. По автодороге Бишкек – Нарын – Торугарт осуществляется сообщение с Китайской Народной Республикой.

В момент обследования участка в 2007 году дорожная одежда имел значительный износ и дальнейшая эксплуатация автодороги связана с повышенной опасностью для участников движения.

В связи с подъемом экономики увеличивается интенсивность движения, то есть увеличивается нагрузка на дорогу и соответственно ускоряется разрушение дороги.

Существующая дорога проложена преимущественно в насыпи высотой от 0,6 до 2,5м, редко до 5м (км 155+500). На всем протяжении дорога с асфальтобетонным покрытием толщиной от 0,05 до 0,18м, с шероховатой поверхностной обработкой. Из дефектов отмечены слабая колейность, редкие продольные и поперечные трещины, частично дефекты скрыты ШПО. В целом, состояние покрытия оценивается как удовлетворительное. Ширина покрытия 7-9м, ширина земляного полотна от 12,5 до 22м, преимущественно 15-18м.

Земляное полотно и основание дорожной одежды на всем протяжении устроены из крупнообломочных галечниковых и щебенистых грунтов с песчаным и супесчаным заполнителем. Группы ручной разработки грунтов – 3(6Б) и 3(6В), коэффициенты уплотнения 0,96-0,98.

По климатическим характеристикам обследованный участок дороги относится к V дорожно-климатической зоне [1].

По степени и характеру увлажнения участок проложения трассы относится, преимущественно, к 1-му типу местности, за исключением участка км151+500 – км151+800, который относится ко 2-му типу местности в связи с близким залеганием грунтовых вод.

По сейсмическому районированию территории Кыргызской Республики район строительства относится к 9-ти балльной зоне [2].

Рост интенсивности движения и потребность в транспорте привязаны к экономическому росту, который может быть представлен такими показателями как ВВП и объемом промышленного и сельскохозяйственного производства.

На основе принятых ежегодных темпов роста интенсивности движения для различных автомобилей и имеющихся фактических данных по составу транспортного потока на данный момент, рассчитан прогноз интенсивности движения на перспективу до 2031г.

Согласно расчету интенсивность движения транспорта по участку автодороги км 147 – км 172 на расчетный год (2031 год) принята 9716 авт/сут [3,4].

Типовые поперечные профили насыпи приняты по типовому проекту 503-0-48-87 "Земляное полотно общего пользования" с учетом требований СНиП КР 32-01:2004 [1].

Ширина земляного полотна принята в зависимости от технической категории участка дороги в соответствии со СНиП КР 32-01:2004 [1].

Поперечный профиль принят двухскатный, на кривых предусмотрено устройство виражей с односкатным поперечным уклоном земляного полотна с максимальным уклоном – до 60% в зависимости от уклона существующих виражей для максимального сохранения существующего покрытия.

Проектное и существующее земляное полотно на всем протяжении располагается в насыпях, полу насыпях – полу выемках.

Крутизна откосов земляного полотна в насыпях принята от 1:1.5 до 1:4, заложение внешних откосов выемок принят от 1:0.5; 1:1, в зависимости от физико-механических свойств грунтов отсыпаемого земляного полотна, а также от крутизны склонов.

Водоотвод осуществляется кюветами трапецеидального сечения – 0.20м глубиной от низа дорожной одежды, и 0.4м шириной по дну.

Земляное полотно возводится частично из грунтов выемок и из карьера.

Разработка скальных грунтов (6 гр) производится взрывом шпуровыми зарядами.

При уширении земляного полотна для лучшего сцепления грунта, существующего земляного полотна с присыпным грунтом на уширении предусмотрено устройство уступов на откосах существующей насыпи.

Исходя из возможностей потенциальных поставщиков дорожно-строительных материалов для нужд строительства, разработана конструкция дорожной одежды с капитальным типом покрытия.

Требуемый модуль упругости дорожной одежды капитального типа для дороги II технической категории определен по ВСН 46-83* - $E_{тр.} = 230$ МПа [5].

Все расчеты конструкции дорожной одежды произведены по программе «Радон», учитывающей все нормативные данные СНиП КР 32-01:2004.

Нормированные нагрузки при определении требуемого модуля упругости дорожной одежды приняты за расчетные на транспортные средства группы А 1. Было произведено расчет на галечниковый грунт на усиления существующей дорожной одежды.

Конструкция дорожной одежды принята два типа.

При расчете учтены следующие данные: дорожно-климатическая зона - V – км147-км172; тип местности по характеру и степени увлажнения – 1; тип дорожной одежды – капитальный; нагрузка класса. А 1; коэффициент прочности – 1.0

Расчетные характеристики материалов:

Тип I. - Конструкция дорожной одежды с устройством однослойного асфальтобетонного покрытия и выравнивающего слоя на отремонтированном и уширенном существующем покрытии с заделкой трещин.

Верхний слой покрытия - горячая плотная мелкозернистая асфальтобетонная смесь, тип А, марки I на битуме БНД – 60/90, $E = 3200$ МПа, толщиной $h=6$ см по ГОСТ 9128 – 97;

- Розлив битума БНД 60/90 0.27кг/м²

2. Выравнивающий слой из горячей пористой крупнозернистой асфальтобетонной смеси марки II, ср. толщиной 7см (ГОСТ 9128-97)

- Розлив битума БНД 60/90 0.27кг/м²

- Существующее асфальтобетонное покрытие с ямочным ремонтом и заделкой трещин.

- Существующее основание.

На уширении проезжей части (там, где это необходимо) и ямочном ремонте устраивается новая конструкция дорожной одежды, до уровня существующей конструкции, затем укладывается нижний слой покрытия толщиной 7см и верхний слой покрытия из мелкозернистой асфальтобетонной смеси, толщиной 5см.

Тип II - Новая конструкция дорожной одежды.

Верхний слой покрытия - горячая плотная мелкозернистая асфальтобетонная смесь, тип А, марки I на битуме БНД – 60/90, $E = 3200$ МПа, толщиной $h=5$ см по ГОСТ 9128 –97;

- Розлив битума БНД 60/90 0.27кг/м².

Нижний слой покрытия – горячая пористая крупнозернистая асфальтобетонная смесь марки II, толщиной 7см (ГОСТ 91-28-97) $E=2000$ МПа.

-Розлив битума БНД 60/90 0.71кг/м².

Слой основания– щебеночно – песчаная смесь непрерывной гранулометрии С4 толщиной 15,0см, (ГОСТ25607) $E=450$ МПа.

Подстилающий слой – подобранная гравийно-песчанная смесь (с) С 3-80мм, толщиной 20см, (ГОСТ 25607-94) $E=240$ МПа.

- Грунты земляного полотна галечниковый , E=180 МПа.

Проектом предусмотрено устройство присыпных обочин из подобранной гравийно - песчаной смеси (С) СЗ-80, толщиной 15см.

Укрепление обочин из подобранной гравийно-песчаной смеси средней толщиной 11см.

Ширина существующего покрытия по протяжению дороги разная, она колеблется в пределах от 7.0 до 9.0 метров.

При назначении конструкции дорожной одежды были учтены все дефекты и факторы разрушения существующей дорожной одежды.

При расчете дорожной одежды нежесткого типа, по программе «Родон», приняты следующие исходные данные:

категория дороги II; количество полос движения 4; номер расчетной полосы 1; ширина полосы движения, 3.50 м; ширина обочины, 2.50 м; ширина разделительной полосы, 2.60 м; ширина укрепительной части обочины, 0.50 м; тип дорожной одежды капитальный; вид расчетной нагрузки динамическая; нагрузка, КН/ давление, МПА/ диаметр штампа, см 100.00 / 0.60 / 37.14; дорожно-климатическая зона 5; подзона 1; часть подзоны 1; схема увлажнения 1; регион Тонский район Иссык-Кульской области; глубина промерзания грунтов, 0.92 м; высота насыпи, 1.50 м; расчетное количество дней в году 205; срок службы, 20 лет; уровень надежности 0.95;

Для дополнительного слоя основания:

тип грунта: галечниковый грунт; коэффициент уплотнения 1.00.

Минимальный требуемый модуль упругости, МПа: 230.00

Суммарное расчетное число приложений расчетной нагрузки за срок службы $\sum N_p$ прилож./полосу: 761158

Требуемый расчетный модуль упругости: 230.00 МПа принятый.

E_{mp} с учетом снижения на 15% (V ДКЗ), 224 мПа.

В таблице 1 представлен прогноз надежности с учетом фактического разброса параметров конструкции (дополнительный инженерный расчет)

Таблица 1 - Прогноз надежности с учетом фактического разброса параметров конструкции

Критерий	Нормативный уровень	Вероятный уровень
Упругий прогиб	0.950	0.988
Растяжение при изгибе	0.950	0.988
Сдвиг	0.950	0.988

В таблице 2 представлены данные по слоям дорожной одежды и характеристики для конструкции дорожной одежды, а в таблице 3 представлены результаты прочностных расчетов.

Требуемый коэффициент прочности по упругому прогибу: 1.30

Требуемый коэффициент прочности по сдвигу и растяжению на изгиб: 1.00

Расчетный (полученный в результате расчета) к-т прочности по упругому прогибу: 1.82

Таблица 2 - Данные по слоям конструкции дорожной одежды и характеристики.

Номер слоя	Наименование материала слоя	Начальная (минимальная) толщина, см	Максимальная толщина, см	Модуль упругости для расчета E _{упр} , МПа	E _{сдвиг} , МПа	E _{растяжения} , МПа	Нормативное сопротивление при изгибе	C, МПа	Кивн.
1	Асфальтобетон плотный горячий на битуме БНД марки 60/90 (Тип Б, Марка II)	5.00	8.00	3200.00	460.00	4500.00	9.80	-	1.00
2	Асфальтобетон пористый горячий на битуме БНД марки 60/90 (Крупнозернистый, Марка II)	7.00	10.00	2000.00	432.00	2800.00	8.00	-	1.00
3	Нижний слой основания щебень фракционированный легкоуплотняемый 40-80 (80-120) мм с заклинкой фракционированным мелким щебнем	15.00	30.00	450.00	-	-	-	-	1.00
4	Гравийные смеси (С) непрерывной granulometрии для оснований С3 - 80мм	20.00	50.00	240.00	-	-	-	-	1.00
5	Галечниковый грунт	-	-	180.00	-	-	-	0.02	1.00

Таблица 3 - Результаты прочностных расчетов

Номер слоя	Наименование материала слоя	Расчетная толщина слоя, см	Общий модуль упругости по слоям, МПа	Показатель прочности, %:		Пределное активное напряжение сдвига в слое, Тпр	Активное расчетное напряжение сдвига, Т	Расчетное растягивающее напряжение в слое, Ст	Пределное растягивающее напряжение при изгибе, Кр	Расчетная влажность грунта, Wp	Стоимость, руб/м ²
				критерий	величина, запас(+/-)						
1	Асфальтобетон плотный горячий на битуме БНД марки 60/90 (Тип Б, Марка II)	5.00	419.59	-	1.82	-	-	-	-	-	0.00
2	Асфальтобетон пористый горячий на битуме БНД марки 60/90 (Крупнозернистый, Марка II)	7.00	337.76	растяжение при изгибе	38.77	-	0.992	1.620	-	-	0.00
3	Щебень фракционированный легкоуплотняемый 40-80 (80-120) мм с заклинкой фракционированным мелким щебнем	15.00	260.07	-	0.00	-	-	-	-	-	0.00
4	Гравийные смеси (С) непрерывной granulometрии для оснований С3 - 80мм	20.00	200.59	-	0.00	-	-	-	-	-	0.00
5	Галечниковый грунт	0.00	180.00	сдвиг	63.54	0.059	0.021	-	-	-	0.00

Для сравнения расчетов дорожной одежды рассмотрены расчет дорожной одежды на нагрузку А3 [6].

Расчет произведен для новой конструкции дорожной одежды тип II. Результаты расчета представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Расчет дорожной одежды на нагрузку А3

Материал	E МПа	H _{ст} см	Отношение			E _{общ}
			h/D	E _ш /E _c	E _{общ} /E _c	
1. Щебеночно – мастичный асфальтобетон ЩМА – 20	3200	5	0,12	0,108	0,115	368
2. Асфальтобетон горячий крупнозернистый на битуме БНД 60/90	2000	10	0,24	0,123	0,173	346
3. Асфальтобетон горячий пористый на битуме БНД 60/90	1400	12	0,29	0,116	0,175	245
4. Нижний слой основания из щебня смеси С4, фр. 0 – 80 мм	275	15	0,36	0,473	0,59	162,3
5. Грунт рабочего слоя зем. полотна – песок гравелистый, галечниковый грунт	130	-	-	-	-	130

В соответствии с данными расчета по рабочему слою земляного полотна из крупнообломочного грунта устраивается нижний слой основания (выравнивающий слой) из щебеночно – песчаной смеси С4, толщиной 15 см с последующим устройством верхнего слоя основания из горячего пористого крупнозернистого асфальтобетона на битуме БНД 60/90, толщиной 12 см, нижнего слоя покрытия из горячего крупнозернистого асфальтобетона 1 марки на битуме БНД 60/90 толщиной 10 см и верхнего слоя покрытия из щебеночно – мастичного асфальтобетона ЩМА – 20 толщиной 5 см. Толщина дорожной одежды на нагрузку А3 (13т) 42 см, а толщина дорожной одежды на нагрузку А1 (10т) 27 см.

Список литературы

1. СНиП КР 32 – 01 – 2004. Проектирование автомобильных дорог [Текст]. - Бишкек, 2004. – 84 с.
2. СНиП КР 20-02:2009. Сейсмостойкое строительство [Текст]. - Бишкек, 2009 – 75 с.
3. Бабков В.Ф. Проектирование автомобильных дорог [Текст]: Часть I / В.Ф.Бабков, О.В.Андреев. - М.: Транспорт, 1979. – 367 с.
4. Иванов Н.Н. Конструирование и расчет нежестких дорожных одежд [Текст] Н.Н.Иванов. – М.: Транспорт, 1973. – 328 с.
5. ОДН218.046 – 01. Проектирование нежестких дорожных одежд [Текст] / – М.: 2001. –90 с.
6. СН РК 3.03 – 19 – 2006. Проектирование нежестких дорожных одежд [Текст] - Астана: 2007. – 90 с.