

И.С. Бондарь¹, П.Г. Хардигов², П.Т. Ахметова¹,
С.Б. Кыстаубаев³, С.С. Пернебеков⁴

¹Mukhametzhan Tynyshbayev ALT University, Алматы, Казахстан

²ООО «Мосты и инженерные проекты», Санкт-Петербург, Россия

³Satbayev University, Алматы, Казахстан

Auezov University, Шымкент, Казахстан

E-mail: ivan_sergeevich_08@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НАГРУЗКИ

Аннотация. На асфальтобетонные покрытия автомобильных дорог постоянно воздействуют природно-климатические факторы и динамические нагрузки, что приводит их преждевременному износу и появлению различных дефектов на поверхности проезжей части. Данный вопрос актуален и в настоящее время, многие специалисты из различных стран стремятся решить данную проблему. Авторами в статье приводится установка статического нагружения, подробная методика испытания статическим штампом, обработка полученных результатов измерений в полевых испытаниях конструкции дорожной одежды.

Усталостное разрушение асфальтобетона зависит, от статической нагрузки на ось колеса (наблюдаются в основном вертикальные напряжения большой величины), скорости транспортного средства, конструкции дорожной одежды и температуры окружающей среды.

Зная модули деформации асфальтобетонных слоев на испытываемых участках автомобильных дорог, возможно своевременное назначение требуемых ремонтных работ на конкретном участке, не доводя до более тяжелых повреждений дорожной одежды и земляного полотна.

Ключевые слова. Дорожная одежда, асфальтобетон, статический штамп.

Введение.

Территория Республики Казахстан находится в сложных дорожно-климатических условиях, поэтому асфальтобетонные покрытия автомобильных дорог помимо значительной динамической нагрузки, находятся под постоянными природно-климатическими воздействиями, что приводит их преждевременному износу. Изучение вопросов долговечности асфальтобетона в покрытии нежесткой дорожной одежды, требует рассмотрения действительных условий работы дорожного покрытия, характера напряженно-деформированного состояния асфальтобетона, а также возможных дефектов и разрушений покрытия [1].

В процессе эксплуатации автомобильной дороги все конструктивные слои дорожной конструкции испытывают комплекс транспортных нагрузок, действие температуры, водонасыщения-высушивания, замораживания-оттаивания и других внешних факторов, в результате чего формируются напряжения различной величины и знака. Наиболее существенным является комплекс воздействий, состоящий из погодно-климатических факторов и динамического нагружения от автотранспорта. Особенностью нагрузки от транспортных средств является то, что напряжения, возникающие в материалах дорожного покрытия, могут и не превышать критических значений, однако при многократном приложении динамических механических нагрузок в асфальтобетоне

развиваются усталостные процессы. Это приводит к постепенному накоплению дефектов структуры материала и образованию усталостных трещин с последующим разрушением дорожного покрытия [2-4].

Американские исследователи также пришли к выводу, что на величину допустимого прогиба дорожного покрытия под движущимся колесом влияет количество проездов автомобилей. Установлено, что трещины на дорожном покрытии, развиваются вследствие усталостных процессов в материалах конструктивных слоев дорожной одежды при условии, если нагрузка повторялась несколько миллионов раз [5, 6].

Характерно, что трещинообразование и разрушение дорожных покрытий в основном вызваны многократным прогибом верхних слоев дорожной одежды, а не деформацией их основания [7, 8].

Материалы и методы.

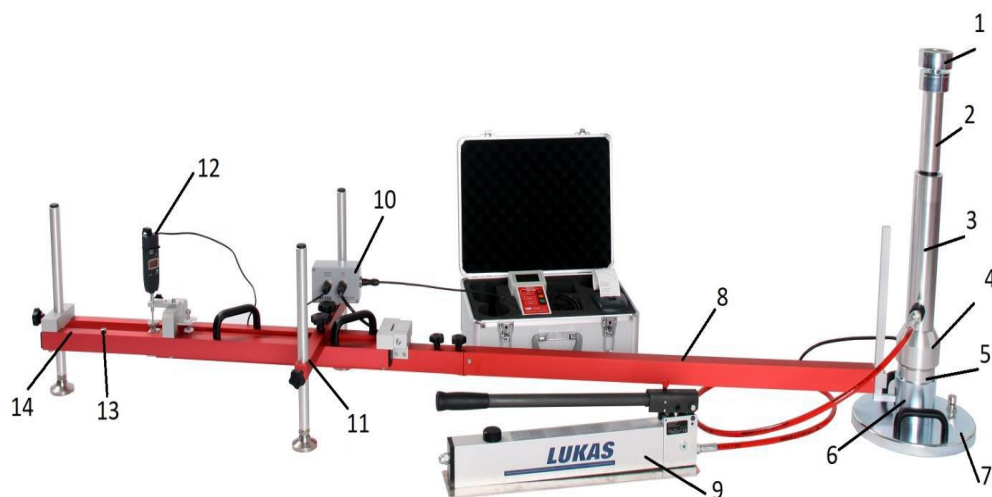
Оборудование для создания статической нагрузки.

Оборудование состоит из следующих элементов:

1) Домкрат, создающий усилие не менее 100 кН и обеспечивающий длину хода поршня не менее 150 мм. Монтажная высота статического штампа для установки в рабочее состояние составляет 60 см. Чтобы увеличить расстояние от места расположения противовеса до домкрата используют специальные раздвижные штанги;

2) Плоский штамп, представляет собой круглую стальную пластину толщиной 2,0-2,5 см с симметрично расположенными ребрами жесткости и диаметром (300,00±0,25) мм, (600,0±0,5) мм или (762,0±0,5) мм. При проведении испытаний на слоях оснований из щебеночных материалов применяются нагрузочные плиты диаметром (300,00±0,25) мм. При проведении испытаний на слоях из песка или на грунтах земляного полотна применяются нагрузочные плиты диаметром (600,0±0,5) мм или (762,0±0,5) мм.

Оборудование для создания статической нагрузки представлено на рисунке 1.



- 1 – Шар и гнездо соединить с магнитным держателем;
2 – Удлинитель (штанга); 3 – Гидравлический цилиндр (домкрат); 4 – Упор;
5 – Тензодатчик; 6 – Измерительный тоннель; 7 – Нагрузочная пластина (плоский штамп);
8 – Удлинитель с измерительным пальцем;
9 – Гидравлический насос; 10 – Измерительный блок; 11 – Траверс;
12 – Электронный индикатор (прогибомер); 13 – Пузырьковый уровень;
14 – Измерительная рама.

Рисунок 1 – Общий вид установки статического нагружения

3) Гидравлический насос, который по шлангам высокого давления закачивает масло в домкрат, для создания поэтапного нагружения и разгружения штампа.

4) Измерительная рама, которая с помощью удлинителя с измерительным пальцем крепится к штампу. На неё устанавливают следующее оборудование: траверсу на трех опорах, пузырьковый уровень, электронный индикатор (прогибомер) для измерения осадки нагрузочной плиты, измерительный блок – для обработки полученных данных и вывода на монитор [11].

Котловины глубиной до 30 см испытывают прогибомером с поворотным щупом (первый вариант), для более глубоких котловин уже используют прогибомер с щупом перемещающимся по оси (второй вариант). В первом варианте измерения осадки штампа производят, меняя соотношение длины рычагов $L_1:L_2$, но не более 2, L_3 - расстояние от центра штампа до оси опоры противовеса (1,5-1,6 м), во втором – при фиксированном соотношении длины рычагов 1:1.

Установка статического штампа на поверхность грунта земляного полотна и слоёв основания дорожной одежды представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Установка статического штампа на поверхность грунта земляного полотна и слоёв основания дорожной одежды

В качестве противовеса при создании статической нагрузки применяли автосамосвал SKANA, загруженный сухим песком средней крупности, массой 28 т, достаточной для максимальной нагрузки, создаваемой статическим штампом в процессе испытания. Этим же песком производили выравнивание поверхности площадки под штамп [12];

Материалы и методы.

Измерения проводились в следующей последовательности:

1) Предварительное нагружение.

Электронный индикатор (прогибомер) выставляется на ноль, при помощи гидравлического насоса создается давление в домкрате $0,01 \text{ МН/м}^2$, передающееся на штамп диаметром 300 или 600 мм, (для штампа диаметром 762 мм необходимое давление $0,005 \text{ МН/м}^2$) через минуту – полторы индикатор снова выставляют на ноль.

2) Первый цикл нагружения.

Нагружение выполняют ступенями с регистрацией величины деформации в миллиметрах на каждой ступени до двух знаков после запятой. На грунтовых слоях

земляного полотна интервал между ступенями две минуты, на слоях из щебеночных материалов – достаточно минуты, при таких интервалах увеличение деформаций составит не более 0,02 мм/мин. Нагружение выполняем до достижения максимальной нагрузки на каждом слое дорожной одежды, полученные данные заносят в таблицу 1.

3) Разгрузка.

Разгрузку устройства производится плавно ступенями с выдержкой на каждой из ступени, полученные данные заносят в таблицу 2. Время выдержки на каждой ступени такое же что и при первом цикле нагружения.

4) Второй цикл нагружения.

При втором цикле нагружения создаем в домкрате давление на ступень меньше максимального давления при первом нагружении, интервал между ступенями аналогичный как при первом цикле нагружения, так и разгрузке устройства, полученные данные заносят в таблицу 3.

Результаты.

Таблица 1 – Первый цикл нагружения

Диаметр нагрузочной плиты	Характеристики	Ступени нагружения						
		0	1	2	3	4	5	6
762 мм	Нагрузка, кН	2,28	9,12	18,24	36,48	54,72	76,96	91,21
	Расчетное давление для создания требуемой нагрузки, МН/м ²	0,005	0,02	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20
600 мм	Нагрузка, кН	2,82	11,31	22,62	33,93	45,24	56,65	70,69
	Расчетное давление для создания требуемой нагрузки, МН/м ²	0,01	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,25
300 мм	Нагрузка, кН	0,71	5,65	11,31	17,67	23,33	29,69	35,35
	Расчетное давление для создания требуемой нагрузки, МН/м ²	0,01	0,08	0,16	0,25	0,33	0,42	0,50

Таблица 2 – Цикл разгрузки

Диаметр нагрузочной плиты	Характеристики	Ступени разгрузки		
		1	2	3
762 мм	Нагрузка, кН	45,61	22,80	2,28
	Расчетное давление для создания требуемой нагрузки, МН/м ²	0,10	0,05	0,005
600 мм	Нагрузка, кН	33,93	16,96	0,28
	Расчетное давление для создания требуемой нагрузки, МН/м ²	0,12	0,06	0,01
300 мм	Нагрузка, кН	17,67	9,19	0,71
	Расчетное давление для создания требуемой нагрузки, МН/м ²	0,25	0,13	0,01

Таблица 3 – Второй цикл нагружения

Диаметр нагрузочной плиты	Характеристики	Ступени нагружения					
		0	1	2	3	4	5
762 мм	Нагрузка, кН	2,28	9,12	18,24	36,48	54,72	76,96
	Расчетное давление для создания требуемой нагрузки, МН/м ²	0,005	0,02	0,04	0,08	0,12	0,16
600 мм	Нагрузка, кН	2,82	11,31	22,62	33,93	45,24	56,65
	Расчетное давление для создания требуемой нагрузки, МН/м ²	0,01	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20
300 мм	Нагрузка, кН	0,71	5,65	11,31	17,67	23,33	29,69
	Расчетное давление для создания требуемой нагрузки, МН/м ²	0,01	0,08	0,16	0,25	0,33	0,42

Обработка полученных результатов.

Давление на каждой ступени нагружения и соответствующую величину расчетной осадки заносят в протокол измерений. Для прогибомеров с первым или вторым вариантом расчетная осадка штампа S мм, определяется по формуле (1):

$$S = S_1 \frac{L_1}{L_2}. \quad (1)$$

где S - осадка штампа, мм;

S_1 – фактическая осадка штампа, мм;

L_1 – расстояние от центра штампа до прогибомера, м;

L_2 - расстояние от прогибомера до измерителя осадки штампа, м.

Определение модулей деформации.

Данные, полученные в результате проведения измерений установкой для определения осадки штампа в зависимости от приложенной нагрузки, заносятся в таблицы, на основании которой строится график с кривыми общей деформации при первом нагружении, разгрузке и втором нагружении. Пример графика испытаний для нагрузочной плиты 300 мм представлен на рисунке 3.

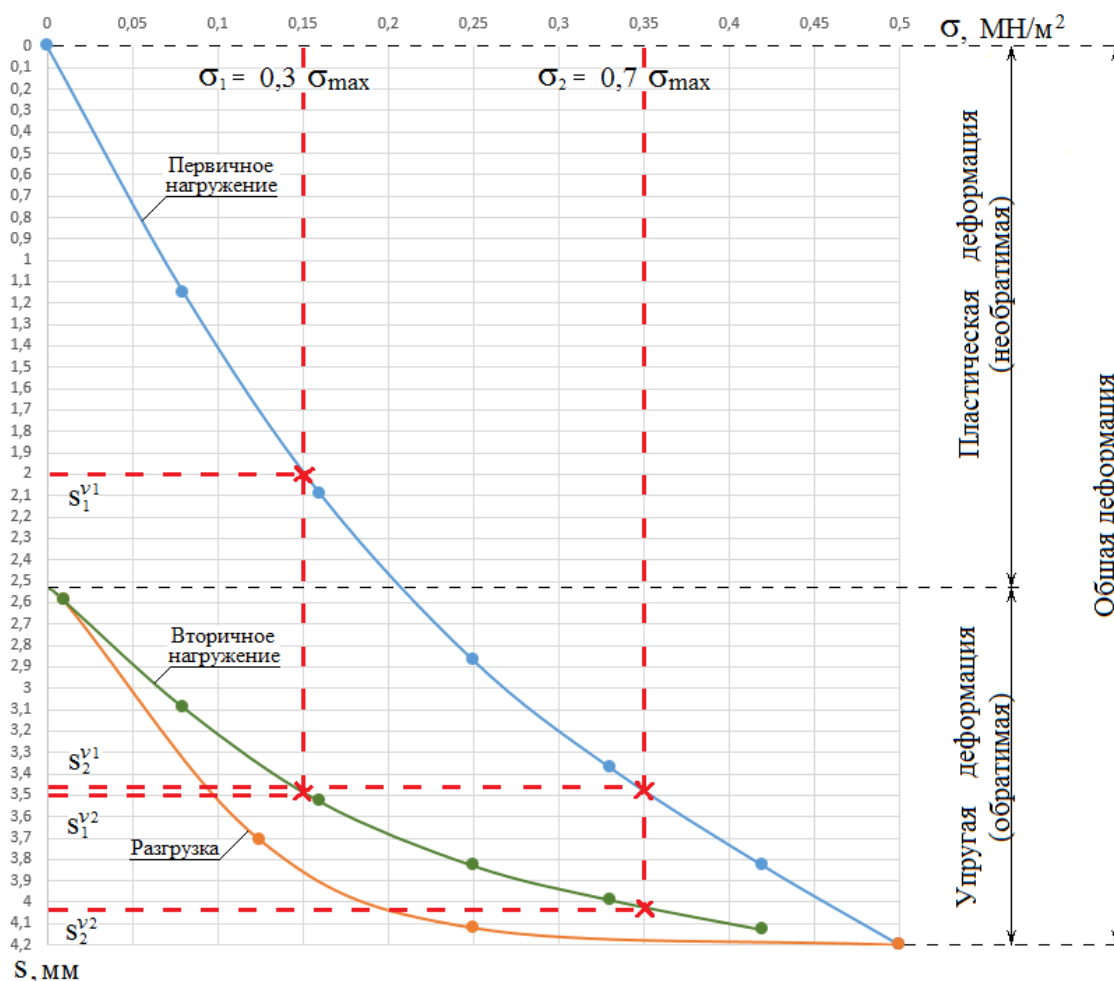


Рисунок 3 – График деформаций (штамп диаметром 300 мм)

Модуль деформации при первом нагружении E_{v1} , МН/м², определяется по формуле (2):

$$E_{v1} = \frac{0,75 \cdot \Delta\sigma^{v1} \cdot D}{\Delta S^{v1}}, \quad (2)$$

где: 0,75 – коэффициент Пуассона;
 $\Delta\sigma^{v1}$ – прирост давления в интервале от 30 % до 70 % от максимального давления при первом нагружении σ_{max} , МН/м²;
 D – диаметр штампа, мм;
 Δs^{v1} – прирост осадки нагрузочной плиты в интервале от 30 % до 70 % от максимального давления при первом нагружении, мм.

Прирост давления в интервале от 30 % до 70 % от максимального давления при первом нагружении $\Delta\sigma^{v1}$, МН/м², определяется по формуле (3):

$$\Delta\sigma^{v1} = \sigma_2^{v1} - \sigma_1^{v1}, \quad (3)$$

где σ_1^{v1} – давление, соответствующее 30 % от максимального давления, при первом нагружении σ_{max} , МН/м²;
 σ_2^{v1} – давление, соответствующее 70% от максимального давления, при первом нагружении σ_{max} , МН/м²;

Прирост осадки нагрузочной плиты в интервале от 30 % до 70 % от максимального давления при первом нагружении ΔS^{V1} , мм определяется по формуле (4):

$$\Delta S^{V1} = S_2^{V1} - S_1^{V1}, \quad (4)$$

где S_1^{V1} – осадка нагрузочной плиты, при давлении равном 30 % от максимального давления, при первом нагружении σ_{\max} , мм;

S_2^{V1} – осадка нагрузочной плиты, при давлении равном 70 % от максимального давления, при первом нагружении σ_{\max} , мм;

Модуль деформации при втором нагружении E_{V2} , МН/м², определяется по формуле (5):

$$E_{V2} = \frac{0,75 \cdot \Delta \sigma^{V2} \cdot D}{\Delta S^{V2}}, \quad (5)$$

где: 0,75 – коэффициент, учитывающий специфику проведения испытаний нагрузочными плитами и усредненный коэффициент Пуассона;

$\Delta \sigma^{V2}$ – прирост давления в интервале от 30 % до 70 % от максимального давления при втором нагружении σ_{\max} , МН/м²;

D – диаметр штампа, мм;

Δs^{V2} – прирост осадки нагрузочной плиты интервале от 30 % до 70 % от максимального давления при втором нагружении, мм.

Прирост давления в интервале от 30 % до 70 % от максимального давления при втором нагружении $\Delta \sigma^{V2}$, МН/м², определяется по формуле (6):

$$\Delta \sigma^{V2} = \sigma_2^{V2} - \sigma_1^{V2}, \quad (6)$$

где σ_1^{V2} – давление, соответствующее 30 % от максимального давления при втором нагружении σ_{\max} , МН/м²;

σ_2^{V2} – давление, соответствующее 70 % от максимального давления при втором нагружении σ_{\max} , МН/м²;

Прирост осадки нагрузочной плиты интервале от 30 % до 70 % от максимального давления при втором нагружении Δs^{V2} , мм определяется по формуле (7):

$$\Delta S^{V2} = S_2^{V2} - S_1^{V2}, \quad (7)$$

где s_1^{V2} – осадка нагрузочной плиты, при давлении равном 30 % от максимального давления при втором нагружении σ_{\max} , мм;

s_2^{V2} – осадка нагрузочной плиты, при давлении равном 70 % от максимального давления при втором нагружении σ_{\max} , мм;

Определение условного показателя качества уплотнения несвязанного конструктивного слоя. Показатель K_E , рассчитываемый по формуле (8):

$$K_E = \frac{E_{V2}}{E_{V1}}, \quad (8)$$

где E^{V1} – модуль деформации при первом нагружении, МН/м²;

E^{V2} – модуль деформации при втором нагружении, МН/м².

Определение среднего арифметического значения модуля деформации на измерительном участке. Среднее арифметическое значение модуля деформации на измерительном участке, $E_{V_2}^{CP}$, МН/м², определяется по формуле (9):

$$E_{V_2}^{CP} = \frac{\sum E_{V_2}}{n}, \quad (9)$$

где $\sum E_{V_2}$ – сумма значений E_{V_2} на измерительном участке, МН/м²;
 n – количество испытаний на участке, шт.

Определение отклонения E_{V_2} от среднего арифметического значения модуля деформации на измерительном участке. Отклонение E_{V_2} от среднего арифметического значения модуля деформации на измерительном участке, ΔE_{V_2} , %, определяется по формуле (10):

$$\Delta E_{V_2} = \left(\frac{E_{V_2}^{CP} - E_{V_2}^{\min}}{E_{V_2}^{CP}} \right) \cdot 100\% , \quad (10)$$

где $E_{V_2}^{\min}$ – минимальное значение E_{V_2} на измерительном участке, МН/м² [13].

Обсуждение.

Анализируя график, представленный на рисунке 3, можно сделать следующие выводы: при проведении первого цикла нагружения до достижения максимальной нагрузки $\sigma_{\max} = 0,5$ МН/м², получилось шесть ступеней загрузки, осадка нагрузочной плиты диаметром 300 мм составила $S = 4,2$ мм (общая деформация дорожной одежды). Затем произведена разгрузка штамповой установкой в три ступени, осадка составила $S = 2,5$ мм (упругая деформация - обратимая), при проведении вторичного цикла нагружения до достижения максимальной нагрузки $0,42$ МН/м², получилось пять ступеней загрузки, осадка нагрузочной плиты составила $S = 4,1$ мм (пластичная деформация – необратимая).

Для расчета модулей деформации при первом и втором нагружениях E_{V_1} и E_{V_2} принимаются к расчётам данные при 30% и 70% нагрузке нагрузочной плиты от максимального давления $0,15$ МН/м² и $0,35$ МН/м² соответственно. Вычислив модули деформации асфальтобетонных слоев на испытуемых участках, возможно своевременно назначить ремонтные работы на данном участке, не доводя до более тяжелых последствий.

Заключение.

Многочисленные исследования, выполненные на дорожных покрытиях Республики Казахстан, подтвердили причину разрушения дорожной конструкции из-за повторных изгибающих усилий. Усталостное разрушение асфальтобетона зависит, главным образом, от нагрузки на ось колеса и скорости транспортного средства, конструкции дорожной одежды и температуры окружающей среды. Установлено [9, 10, 14], что в отличие от статической нагрузки (наблюдаются в основном вертикальные напряжения большой величины), в результате динамических нагрузок в асфальтобетоне возникают два вида напряжений: вертикальные и горизонтальные.

ЛИТЕРАТУРА

[1] EASC. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению диагностики и паспортизации. 20140723 KZ.1.122-2013.

- [2] Золотарев В. А. Долговечность дорожных асфальтобетонов//В. А. Золотарев. – Харьков: Вища школа, 1977 – 116 с.
- [3] Бахрах Г. С. Усталостное разрушение асфальтобетонных покрытий и пути замедления этого процесса//Г. С. Бахрах // Строительство и эксплуатация автомобильных дорог: Экспресс-информация ЦБНТИ Минавтодора РСФСР, 1980. – Вып. 9. – 40 с.
- [4] Дорожный асфальтобетон//Гезенцевей Л. Б., Горельшев Н. В., Богуславский. А. М., Королев И. В. – М.: Транспорт, 1985. – 350 с.
- [5] Hveen F. N. Pavement deflections and fatigue failures//F. N. Hveen // Highway Research Board Bulletin 114. – California, 1955. – P. 47–73.
- [6] Shaw P. S. Stress-Strain Relationships for Granular Materials under Repeated Loading// P. S. Shaw. – PhD Thesis. Department of Civil Engineering. University of Nottingham, 1980. – p.120.
- [7] Mohismith C. L. Improved Asphalt Mix Design//C. L. Mohismith, J. A. Epps, F. N. Finn // Asphalt Pavement Technology. Volume 54, 1985. – p. 347 – 406.
- [8] Мадиев Ж.Д, Бондарь И.С. Оценка состояния дорожных одежд при динамическом воздействии// Сборник материалов XIX ежегодной Республиканской научной студенческой конференции, КазГАСА, Часть I – 2019 – С. 417-421.
- [9] Summary Report on Fatigue Response of Asphalt Mixtures// S. C. S. Rao Tangel-la, J. Craus, J. A. Deacon, C. L. Mohismith. – Berkeley: Institute of Transportation Studies University of California, 1990. – 158 p.
- [10] Francisco Thiago S. A. Research on Fatigue of Asphalt Mixtures and Pavements in Nebraska// Francisco Thiago S. Aragão, Yong-Rak Kim, Junghun Lee. – Nebraska: Department of Civil Engineering College of Engineering, 2008 – 59 p.
- [11] ГОСТ 577-68 Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия, Москва - 1968.
- [12] ГОСТ 32824-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Песок природный. Технические требования. - Москва: Стандартинформ – 2015.
- [13] ПНСТ. Дороги автомобильные общего пользования. Дорожная одежда.- Москва: Стандартинформ, 2018, – 28.
- [14] Квашнин М.Я., Бондарь И.С., Айымбетов А.Ш. Оценка прочности грунта в основании земляного полотна автомобильных дорог. Вестник КазАТК № 4 (115), 2020, С. 26-31.

REFERENCES*

- [1] EASC. Dorogi avtomobil'nye obshhego pol'zovaniya. Trebovaniya k provedeniju diagnostiki i pasportizacii. 20140723 KZ.1.122-2013.
- [2] Zolotarev V. A. Dolgovechnost' dorozhnyh asfal'tobetonov//V. A. Zolotarev. – Har'kov: Vishha shkola, 1977 – 116 s.
- [3] Bahrah G. S. Ustalostnoe razrushenie asfal'tobetonnyh pokrytij i puti zamedlenija jetogo processa//G. S. Bahrah // Stroitel'stvo i jekspluatacija avtomobil'nyh dorog: Jekspress-informacija CBNTI Minavtodora RSFSR, 1980. – Вып. 9. – 40 с.
- [4] Dorozhnyj asfal'tobeton//Gezencvej L. B., Gorelyshev N. V., Boguslavskij. A. M., Korolev I. V. – М.: Transport, 1985. – 350 с.
- [5] Hveen F. N. Pavement deflections and fatigue failures//F. N. Hveen // Highway Research Board Bulletin 114. – California, 1955. – P. 47–73.
- [6] Shaw P. S. Stress-Strain Relationships for Granular Materials under Repeated Loading// P. S. Shaw. – PhD Thesis. Department of Civil Engineering. University of Nottingham, 1980. – p.120.
- [7] Mohismith C. L. Improved Asphalt Mix Design//C. L. Mohismith, J. A. Epps, F. N. Finn // Asphalt Pavement Technology. Volume 54, 1985. – p. 347 – 406.

[8] Madiev Zh.D, Bondar' I.S. Ocenka sostojanija dorozhnyh odezhd pri dinamicheskom vozdejstvii// Sbornik materialov XIX ezhegodnoj Respublikanskoj nauchnoj studencheskoj konferencii, KazGASA, Chast' I – 2019 – S. 417-421.

[9] Summary Report on Fatigue Response of Asphalt Mixtures// S. C. S. Rao Tangel-la, J. Craus, J. A. Deacon, C. L. Mohismith. – Berkeley: Institute of Transportation Studies University of California, 1990. – 158 p.

[10] Francisco Thiago S. A. Research on Fatigue of Asphalt Mixtures and Pavements in Nebraska// Francisco Thiago S. Aragão, Yong-Rak Kim, Junghun Lee. – Nebras-ka: Department of Civil Engineering College of Engineering, 2008 – 59 p.

[11] GOST 577-68 Indikatory chasovogo tipa s cenoy delenija 0,01 mm. Tehniceskie uslovija, Moskva - 1968.

[12] GOST 32824-2014. Dorogi avtomobil'nye obshhego pol'zovanija. Pesok prirodnyj. Tehniceskie trebovanija. - Moskva: Standartinform – 2015.

[13] PNST. Dorogi avtomobil'nye obshhego pol'zovanija. Dorozhnaja odezhd.- Moskva: Standartinform, 2018, – 28.

[14] Kvashnin M.Ja., Bondar' I.S., Ajymbetov A.Sh. Ocenka prochnosti grunta v osnovanii zemljanogo polotna avtomobil'nyh dorog. Vestnik KazATK № 4 (115), 2020, S. 26-31.

Иван Бондарь, PhD, ассистент профессор, Mukhametzhan Tynyshbayev ALT University, Алматы, Қазақстан, ivan_sergeevich_08@mail.ru

Павел Хардилов, сот-құрылыс сарапшысы, «Көпірлер және инженерлік жобалар» ЖШҚ, Санкт-Петербург, Ресей, Ignktsm@mail.ru

Патам Ахметова, т.ғ.к., қауымдастырылған профессор, Mukhametzhan Tynyshbayev ALT University, Алматы, Қазақстан, patam67@mail.ru

Сәкен Қыстаубаев, докторант, Satbayev University, Алматы, Қазақстан, k_saken_06@mail.ru

Сәкен Пернебеков, т.ғ.к., профессор, Auezov University, Шымкент, Қазақстан, saken_uko@mail.ru

СТАТИКАЛЫҚ ЖҮКТЕМЕ КЕЗІНДЕ ЖОЛ КИІМДЕРІНІҢ КОНСТРУКЦИЯЛАРЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Автомобиль жолдарының асфальтбетон жабындарына табиғи-климаттық факторлар мен динамикалық жүктемелер үнемі әсер етеді, бұл олардың мерзімінен бұрын тозуына және жол бетіндегі әртүрлі ақаулардың пайда болуына әкеледі. Бұл мәселе қазіргі уақытта өзекті, әртүрлі елдердің көптеген мамандары бұл мәселені шешуге тырысады. Авторлар мақалада статикалық жүктемені орнату, статикалық мөртабанмен сынаудың егжей-тегжейлі әдістемесі, жол киімінің құрылымын далалық сынауда алынған өлшеу нәтижелерін өңдеу келтірілген.

Асфальтбетонның шаршап - шалдығуы доңғалақ осіне статикалық жүктемеге (негізінен үлкен көлемдегі тік кернеулер байқалады), көлік құралының жылдамдығына, жол киімінің құрылымына және қоршаған ортаның температурасына байланысты.

Автомобиль жолдарының сыналатын учаскелеріндегі асфальтбетон қабаттарының деформация модульдерін біле отырып, жол киімдері мен жер төсемдеріне аса ауыр зақым келтірмей, белгілі бір учаскеде талап етілетін жөнделу жұмыстарын уақтылы тағайындауға болады.

Түйінді сөздер. Жол киімдері, асфальтбетон, статикалық мөртабан.

Ivan Bondar, PhD, associate professor, Mukhametzhan Tynyshbayev ALT University, Almaty, Kazakhstan, ivan_sergeevich_08@mail.ru

Pavel Hardikov, forensic construction expert, «Bridges and Engineering Projects» LLC, St. Petersburg, Russia, lgnktsm@mail.ru

Patam Akhmetova, candidate of technical sciences, associate professor, Mukhametzhan Tynyshbayev ALT University, Almaty, Kazakhstan, patam67@mail.ru

Saken Kystaubayev, doctoral student, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, k_saken_06@mail.ru

Saken Pernebekov, candidate of technical sciences, professor, Auezov University, Shymkent, Kazakhstan, saken_uko@mail.ru

INVESTIGATION OF PAVEMENT STRUCTURES UNDER STATIC LOAD

Abstract. Asphalt concrete road surfaces are constantly affected by climatic factors and dynamic loads, which leads to premature wear and the appearance of various defects on the surface of the roadway. This issue is relevant at the present time, many specialists from different countries are trying to solve this problem. The authors present in the article the installation of static loading, a detailed method of testing with a static stamp, processing of the obtained measurement results in field tests of the pavement structure.

The fatigue failure of asphalt concrete depends on the static load on the wheel axle (mainly vertical stresses of large magnitude are observed), the speed of the vehicle, the construction of the pavement and the ambient temperature.

Knowing the deformation modules of asphalt concrete layers on the tested sections of highways, it is possible to timely assign the required repair work on a specific site, without causing more severe damage to the pavement and the roadbed.

Keywords. Road clothes, asphalt concrete, static stamp.

Получено: 05 марта 2024 г.; принято: 10 май 2024 г.