

# JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 3, 2025 vol. 2

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164



RESEARCH, INNOVATION, RESULTS



**TOSHKENT DAVLAT  
TRANSPORT UNIVERSITETI**  
Tashkent state  
transport university



**JOURNAL OF TRANSPORT**  
RESEARCH, INNOVATION, RESULTS

**E-ISSN: 2181-2438  
ISSN: 3060-5164**

**VOLUME 2, ISSUE 3  
SEPTEMBER, 2025**



**jot.tstu.uz**

# TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

## JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 2, ISSUE 3 SEPTEMBER, 2025

EDITOR-IN-CHIEF

SAID S. SHAUMAROV

*Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University*

Deputy Chief Editor

Miraziz M. Talipov

*Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University*

The “Journal of Transport” established by Tashkent State Transport University (TSTU), is a prestigious scientific-technical and innovation-focused publication aimed at disseminating cutting-edge research and applied studies in the field of transport and related disciplines. Located at Temiryo‘lchilar Street, 1, office 465, Tashkent, Uzbekistan (100167), the journal operates as a dynamic platform for both national and international academic and professional communities. Submissions and inquiries can be directed to the editorial office via email at [jot@tstu.uz](mailto:jot@tstu.uz).

The Journal of Transport showcases groundbreaking scientific and applied research conducted by transport-oriented universities, higher educational institutions, research centers, and institutes both within the Republic of Uzbekistan and globally. Recognized for its academic rigor, the journal is included in the prestigious list of scientific publications endorsed by the decree of the Presidium of the Higher Attestation Commission No. 353/3 dated April 6, 2024. This inclusion signifies its role as a vital repository for publishing primary scientific findings from doctoral dissertations, including Doctor of Philosophy (PhD) and Doctor of Science (DSc) candidates in the technical and economic sciences.

Published quarterly, the journal provides a broad spectrum of high-quality research articles across diverse areas, including but not limited to:

- Economics of Transport
- Transport Process Organization and Logistics
- Rolling Stock and Train Traction
- Research, Design, and Construction of Railways, Highways, and Airfields, including Technology
- Technosphere Safety
- Power Supply, Electric Rolling Stock, Automation and Telemechanics, Radio Engineering and Communications
- Technological Machinery and Equipment
- Geodesy and Geoinformatics
- Automotive Service
- Air Traffic Control and Aircraft Maintenance
- Traffic Organization
- Railway and Road Operations

The journal benefits from its official recognition under Certificate No. 1150 issued by the Information and Mass Communications Agency, functioning under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan. With its E-ISSN 2181-2438, ISSN 3060-5164 the publication upholds international standards of quality and accessibility.

Articles are published in Uzbek, Russian, and English, ensuring a wide-reaching audience and fostering cross-cultural academic exchange. As a beacon of academic excellence, the "Journal of Transport" continues to serve as a vital conduit for knowledge dissemination, collaboration, and innovation in the transport sector and related fields.

## The assessment of technical condition of bridge and recommendations for strengthening the load-bearing structures

Miralimov M.Kh.<sup>1</sup><sup>a</sup>

<sup>1</sup>Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

The article evaluates the technical condition of an existing road bridge and proposes methods for strengthening its load-bearing structures. It presents the results of diagnostics, calculations for accommodating standard temporary loads (A11, NK-80, A14, NK-100), and provides recommendations for increasing the bridge's load-bearing capacity. To distribute the temporary load between the slabs of the span structure, the method of eccentric compression was employed. A reinforcement technique is proposed, involving the installation of a new reinforced concrete layer on the existing bridge deck to extend the bridge's service life and ensure traffic safety.

Keywords:

Technical Condition, Reinforcement, Finite Element Method, Stiffness Matrix, Road Bridge

## Оценка технического состояния моста и рекомендации по усилению несущих конструкций

М.Х. Миралимов<sup>1</sup><sup>a</sup>

<sup>1</sup>Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация:

В статье проведена оценка технического состояния реального автодорожного моста и предложены методы усиления его несущих конструкций. Описаны результаты диагностики, расчёты на пропуск нормативных временных нагрузок (A11, НК-80, A14, НК-100) и даны рекомендации по увеличению несущей способности моста. Для распределение временной нагрузки между плитами пролетного строения использован метод внерадиального сжатия. Предлагается способ усиления путём устройства нового армированного бетонного слоя на существующем мостовом полотне для продления срока службы моста и обеспечения безопасности движения.

Ключевые слова:

Техническое состояние, усиление, метод конечных элементов, матрица жёсткости, автодорожный мост

зaproектированы под расчетную нагрузку A11 и НК-80. Тип пролетного строения – разрезной, балочный. Материал пролетного строения – железобетон класса B30.

Тип мостового полотна – асфальтобетон. Общая толщина слоев дорожной одежды 20-22 см. Устои и промежуточные опоры моста свайные однорядные. Сечение свай 35x35 см. Поверху свай объединены монолитной железобетонной насадкой.



Рис. 1. Общий вид моста

## 1. Введение

Оценка технического состояния моста включает в себя выявление дефектов, определение степени износа конструкций, а также разработку рекомендаций по усилению несущих элементов для обеспечения безопасности и продления срока службы моста [1, 2, 3]. Рассмотрим технического состояния реального автодорожного моста, который расположен через канал и построен ориентировочно в 2008-2009 годах.

## 2. Методика исследования

Схема моста 3x9,0м. Мост на дороге I технической категории с пролетами по 9,0м, имеет габарит Г-7,0+2x0,75 м. Мост трехпролетный. Пролетные строения скомпонованы из 10 пустотных плит. Плиты пролетного строения объединены между собой при помощи бетонных шпонок. Полная длина моста – 27,60 м. Общий вид моста показан рис.1. Пролетные строения сборные, железобетонные, с ездой поверху

<sup>a</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2530-5516>



По результатам диагностики ранее было предложено усилить опоры и плиты пролетных строений моста и ремонтировать ездовое полотно. Однако не был произведен расчеты на грузоподъемность пролетных строений для пропуска нормативных временных нагрузок А11 и НК-80, в том числе А14 и НК-100. Анализ результатов диагностики проведенный преподавателями кафедры «АИСИ» ТГТУ выявил также долговременное разрушение насадок и шкафных стенок береговых опор из-за неправильного соединения насадок не по центру поперечного сечения свай (рис.2).



Рис. 2. Выявленные дефекты на мосту

Каждое пролетное строение образовано из 10 предварительно напряженных пустотных плит (по «ТП серии 3.503-12»), объединенных между собой в поперечном направлении шпоночными швами (рис.3). Натяжение арматуры осуществлены на стенде до бетонирования плит, усилия с арматуры на бетон передаются через силы сцепления между арматурой и бетоном. Оси опирания плит отстоят от концов плит на 0,2 м. Расчетная схема пролетного строения – однопролетная балка с расчетным пролетом  $l_p = 9 - 2 \cdot 0,2 = 8,6$  м. При этом согласно ШНК 2.05.03-22 «Мосты и трубы» для бетона плит принят  $R_b = 15,5$  МПа,  $R_{bt} = 1,1$  МПа,  $R_{bt,ser} = 22,0$  МПа,  $R_{bmc1} = 16,7$  МПа,  $R_{b,mc2} = 14,6$  МПа,  $R_{bt,ser} = 1,8$  МПа,  $R_{b,sh} = 2,9$  МПа.

Продольная рабочая арматура для плит – предварительно напряженная стержневая класса А-IV с  $R_p = 465$  МПа. Модуль упругости арматуры  $E_p = 2 \cdot 10^5$  МПа. В нижней зоне плиты приняты армирование из 8Ø18 А-IV с  $A_p = 20,35$  см<sup>2</sup> (рис. 4).

Предельный момент согласно «ТП серии 3.503-12» равен –  $M_{пред} = 34,8$  тм. Поперечная арматура класса А-II с  $R_s = 265$  МПа. Сечение плиты приводим к двутавровому. Овальные отверстия плиты заменяются прямоугольными, эквивалентными им по равенству

площадей и моментов инерции (рис. 4). Исходя из этого ширина ребра  $b = 12,5 \cdot 2 + 10 = 35$  см. Остальные размеры приняты без изменения.

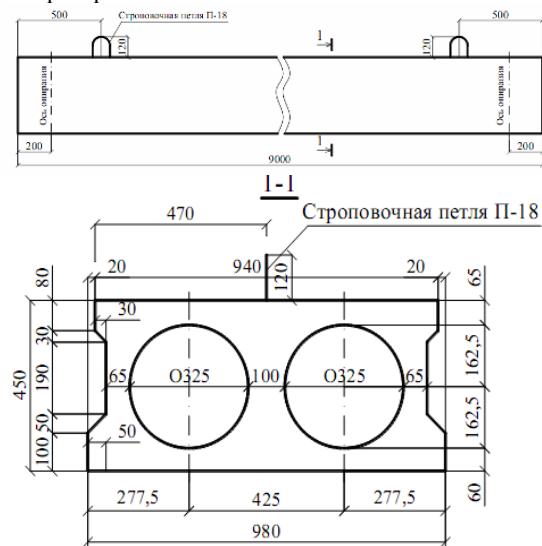


Рис. 3. Поперечное сечение плиты и расположение рабочих арматур

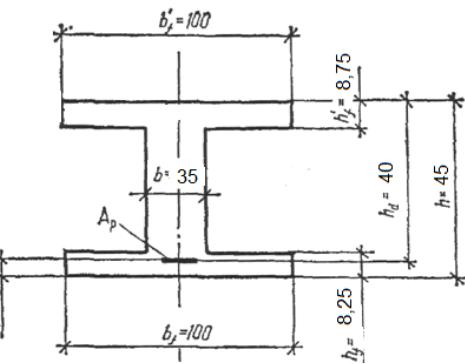


Рис. 4. Расчетное сечение плиты (размеры в см)

Постоянная нагрузка на 1 м<sup>2</sup> плиты (рис.5) с учетом бетона продольных швов при плотности железобетона будет равна:

$$\gamma_b = 2,5 \text{т/м}^3 \left( 1 \cdot 0,45 - 2 \frac{3,14 \cdot 0,325^2}{4} \right) \cdot 2,5 = 0,71 \text{тм.}$$

Пролетное строение состоит из собственного веса сборных плит длиной 9 м, тротуаров, перильного ограждения и дорожной одежды.

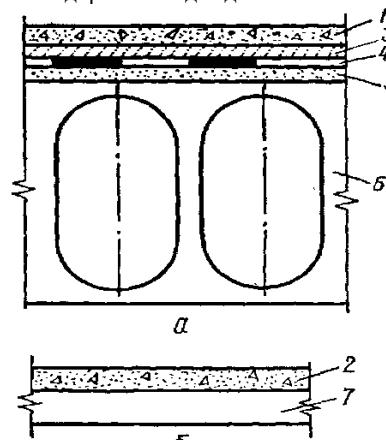


Рис. 5. Конструкция дорожной одежды:

*a* — в пределах ездового полотна; *б* — на тротуарах:  
 1 — асфальтобетон  $\gamma = 2,3 \text{ т/м}^3$ ; 2 — то же; 3 —  
 защитный слой,  $\gamma = 2,5 \text{ т/м}^3$ ; 4 — гидроизоляция  $\delta = 1$   
 см,  $\gamma = 1,5 \text{ т/м}^3$ ; 5 — выравнивающий слой,  $\gamma = 2,1$   
 $\text{т/м}^3$ ; 6 — железобетонная плита пролетного  
 строения; 7 — плита тротуарного блока

Собственный вес одного метра плиты (рис.5) с учетом бетона продольных швов при плотности железобетона будет равна

$$\gamma_b = 2,5 \text{ т/м}^3 \left( 1 \cdot 0,45 - 2 \frac{3,14 \cdot 0,325^2}{4} \right) \cdot 2,5 = 0,71 \text{ т/м.}$$

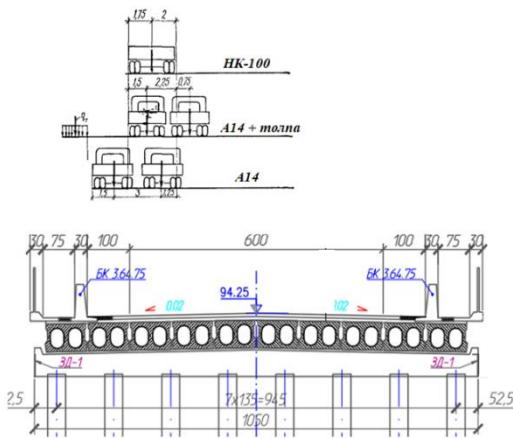
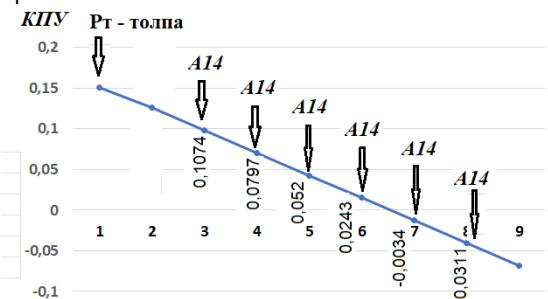


Рис. 6. Загружение пролетного строения  
временными нагрузками

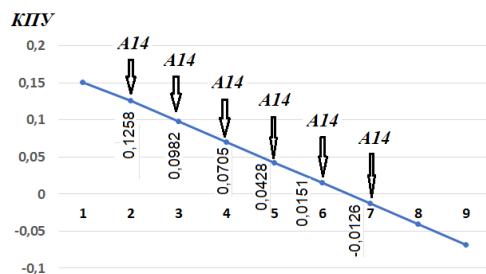
Постоянная нагрузка на 1 м длины по ширине пролетного строения получилось в виде: нормативное значение - 1,318 т/м, расчетное значение -1,635 т/м,

Временную нагрузку на пролетное строение принимаем от автотранспортных средств А14, от толпы на тротуарах и от тяжелых транспортных единиц НК-100 (рис.6). Однако, исходя из полосности проезжей части моста и учитывая требования ШНК 2.05.03-22, то автотранспортные средства будем по всей ширине проезжей части.



Ширина моста разделенная по точкам в каждые 3 м

Рис. 7. Загружение пролетного строения и ординаты линия влияния давления на плиту 1, полученная по методу внерадиального сжатия при нагружении по схеме А14+толпа



Ширина моста разделенная по точкам в каждые 3 м

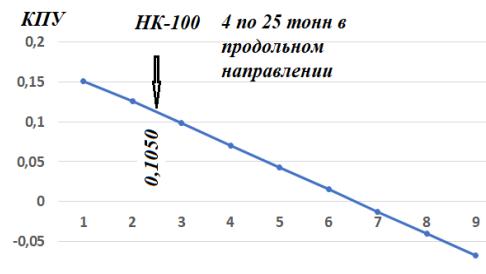
Рис. 8. Загружение пролетного строения и ординаты линия влияния давления на плиту 1, полученная по методу внерадиального сжатия при нагружении по схеме А14

Распределение временной нагрузки между плитами пролетного строения получим через метод внерадиального сжатия. В этом методе линия влияния давления на плитах пролетного строения строится по значениям ординат под крайними плитами:

$$y = \frac{1}{n} \pm \frac{a_i^2}{2 \sum a_i^2}$$

где  $n$  — число плит в поперечном сечении моста,  $n = 10$ ;  $a_i$  — расстояния между центрами тяжести симметричных относительно оси моста плит.

Ординаты линии влияния давления на крайнюю левую плиту приведена на рис. 7, 8, 9.



Ширина моста разделенная по точкам в каждые 3 м

Рис. 9. Загружение пролетного строения и ординаты линия влияния давления на плиту 1, полученная по методу внерадиального сжатия при нагружении по схеме НК-100

Коэффициенты поперечной установки определяем для нагрузки отдельно как сумму ординат линии влияния давления под центрами тяжести транспортных единиц. При загружении линии влияния нагрузки устанавливаем в самое небезопасное положение с учетом габаритов проезда и правил расстановки осей.

Из расчета коэффициенты поперечной установки от двух полос нагрузки А14 на краю проезжей части определены:

для полосовой нагрузки

$$КПУ_A = 0,18$$

для тележек

$$КПУ_{At} = 0,229$$

Коэффициенты поперечной установки от толпы на левом тротуаре  $КПУ_T = 0,151$ .

Коэффициенты поперечной установки от двух полос нагрузки А-14 на краю ездового полотна определены:

для полосовой нагрузки

$$КПУ_A = 0,254$$

для тележек



$$КПУ_{Ат} = 0,34$$

Коэффициент поперечной установки от нагрузки НК-100 на краю проезжей части (расстояние от равнодействующей до края полосы безопасности 1,75 м), при этом получен КПУК = 0,105.

При проведении расчетов учитываются следующие расчетные коэффициенты:

коэффициенты надежности по нагрузке:

для собственного веса конструкций  $\gamma_{f1} = 1.1$ ;

для слоя покрытия  $\gamma_{f2} = 1.5$ ;

для выравнивающего, изоляционного и защитного слоев  $\gamma_{f3} = 1.3$ ;

для полосовой нагрузки  $\gamma_{fa} = 1.2$ ;

для тележки А14 при длине загружения

$$\lambda = l_p = 8,6 \text{ м} < 30 \text{ м} \gamma_{fA_{At}} = 1,5 - 0,01\lambda \\ = 1,5 - 0,01 \cdot 8,6 = 1,414;$$

для толпы на тротуаре  $\gamma_{ft} = 1.2$ ;

для нагрузки НК-100  $\gamma_{fk} = 1$ ;

динамические коэффициенты:

для нагрузки А14 при длине загружения  $\gamma = 8,6 \text{ м}$

$$(1 + \mu)_A = 1 + \frac{45 - \lambda}{135} = 1 + \frac{45 - 8,6}{135} = 1,27;$$

для нагрузки НК-100 при  $\lambda = 8,6 \text{ м} > 5 \text{ м}$

$$(1 + \mu)_k = 1,1.$$

Интенсивность равномерно распределенной нагрузки от толпы на тротуарах  $p_{tp} = 4 - 0,02 \lambda = 4 - 0,02 \cdot 8,6 = 3,828 \text{ кПа} = 0,3828 \text{ кН/м}^2$ .

Интенсивность полосовой нагрузки,  $q_{\text{пол}} = 14 \text{ кН/м} = 1,4 \text{ т/м}$

Давление на ось тележки  $P_{At} = 140 \text{ кН} = 14 \text{ т}$ . Давление на ось спецмашины НК-100  $P_k = \frac{1000}{4} = 250 \text{ кН} = 25 \text{ т}$ .

Для схемы нагружения А14+толпа напишем усилия от расчетной нагрузки для нагружения балочной плиты:

$$P_{\text{пол}} = (1 + \mu)(\gamma_{fa} q_{\text{пол}} KПУ_A) = 1,27(1,2 * 1,4 * 0,18) = 0,384 \text{ т/м}$$

$$P_{\text{тел}} = (1 + \mu)(\gamma_{fAt} P_{At} KПУ_{At}) \\ = 1,27(1,414 * 14 * 0,229) = 4,072 \text{ т}$$

$$P_{tp} = \gamma_{ft} p_{tp} KПУ_{tp} = 1,2 * 0,3828 * 1,6 * 0,151 \\ = 0,111 \text{ т/м}$$

Для схемы нагружения А14 напишем усилия от расчетной нагрузки для нагружения балочной плиты:

$$P_{\text{пол}} = (1 + \mu)(\gamma_{fa} q_{\text{пол}} KПУ_A) = 1,27(1,2 * 1,4 * 0,254) = 0,542 \text{ т/м}$$

$$P_{\text{пол}} = (1 + \mu)(\gamma_{fa} P_{At} KПУ_{At}) = 1,27(1,414 * 14 * 0,34) = 6,045 \text{ т/м}$$

Для схемы нагружения НК-100 напишем усилия от расчетной нагрузки для нагружения балочной плиты:

$$P_{\text{пол}} = (1 + \mu)\gamma_{fa} P_k KПУ_{Ak} = 1,1(1,0 * 25 * 0,105) = 26888 \text{ т}$$

Определим несущей способности балки в предельном состоянии, при этом от постоянной нагрузки на плиты:

$$M_q = \frac{1}{8} q_{\text{общ}} \times l^2 = \frac{1}{8} 1,635 \times 8,6^2 = 15,12 \text{ т} \cdot \text{м}$$

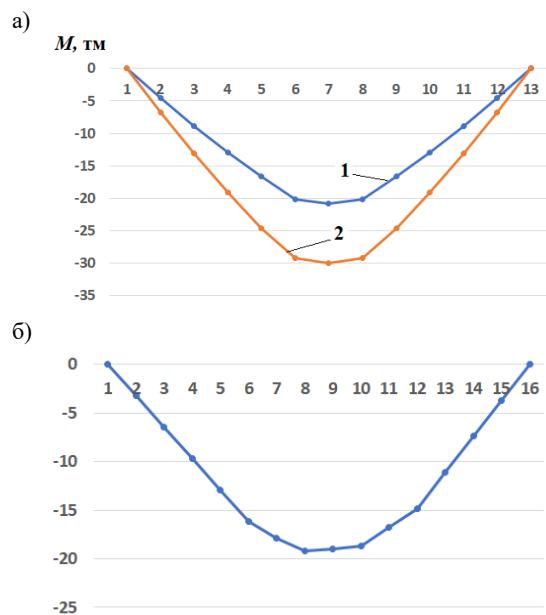


Рис. 10. Значение моментов по длине плиты по различным схемам: а) 1- А14+толпа, 2- А14, б) НК-100

При определении прочности моста по пропуску нагрузки. Сначала вычислим общий момент от постоянной и временной нагрузки и из рис.10 выбираем расчетный максимальный момент от временных нагрузок:

$$M_{\text{расч}} = 29,97 \text{ тм}$$

$$M = M_{\text{врем}} + M_q = 29,97 + 15,12 = 45,09 \text{ тм}$$

Сравниваем с предельным моментом, где  $M_{\text{пред}} = 34,8$  тм, тогда

$$M = 45,09 \text{ тм} > M_{\text{пред}} = 34,8 \text{ тм}$$

Следовательно, требуется усилить пролетное строение. Усиление плит пролетного строения следует производить согласно ИКН 114-16, только в том случае если все плиты сохранились и не имеют продольные и поперечные трещины.

### 3. Заключение

Для усиления моста принимаем способ наращивания плит проезжей части. При этом способе на плиту пролетных строений моста наносится новый слой армированного бетона, класс которого, как правило, назначается на одну ступень выше класса бетона плиты (рис.11). Для усиления моста следует ликвидировать «клавишной» работы плит. Предлагается наращивание плит с монолитным слоем железобетона сверху при обеспечении соответствующего сцепления поверхностей старого и нового покрытия:

1. Удаление дорожного покрытия из проезжей части мостового полотна;

2. Удаления из промежутков (шпоночных соединений) между плитами первоначального раствора замоноличивания;

3. При подготовке к бетонированию поверхность усиливаемых плит очистить и промывать водой, обессыпить и обезжирить все места, где будет соприкасаться новый и старый бетон.

4. Вставлять анкерные стержни с крюками (Г-образные) диаметром  $\varnothing 18 \text{ мм}$  в шпоночные швы шагом

40-45 см в продольном направлении и заполнения швов полимерраствором, раствором на жидкостекольном вяжущем или бетоном после предварительной адгезионной промазки поверхностей сопрягаемых плит. Адгезионная промазка повышает прочность сцепления старого и нового бетонов. При этом не допускается приварка элементов усиления к продольной предварительно напряженной арматуре элементов перекрытий.

5. Путем выполнения новой плиты поверх старой бетонной, толщина новой плиты не должна быть менее 6 см, а ее армирование должно соответствовать армированию самостоятельно работающей плиты.

6. Устройство деформационных швов:

прокладка Компенсатора из «Линокрома»;

устройство металлической планки;

прокладка наплавляемой гидроизоляции на основе изола или на основе битумной мастики прокладка 2-х слоев толя;

устройство армированного каркаса из арматуры диаметром  $\varnothing 12$  мм с ячейкой 100x100 мм (размером на ширину проезжей части и в поперечном направлении 1,5 м).

7. Для устройства накладной плиты – для этого следует устроить арматурный каркас на всю ширину проезжей части и длину моста из арматуры диаметром  $\varnothing 10$  мм с ячейкой 100x100 мм (150x150 мм), как показанной на рис.12. При этом использовать вязальную проволоку.

8. Устройства накладной плиты с заливкой бетона класса B30-B35 толщиной 8 см (на поверхность с каркасом);

9. Устройство гидроизоляционного слоя;

10. Создание арматурного каркаса защитного слоя бетона с использованием арматуры 6 мм ячейкой 100x100 мм (150x150 мм);

11. Дополнительное армирование деформационного шва арматурой 12 мм 300 x 300 мм;

12. Бетонирование защитного слоя бетона толщиной 4,0 см;

13. Укладка асфальтобетонного покрытия.

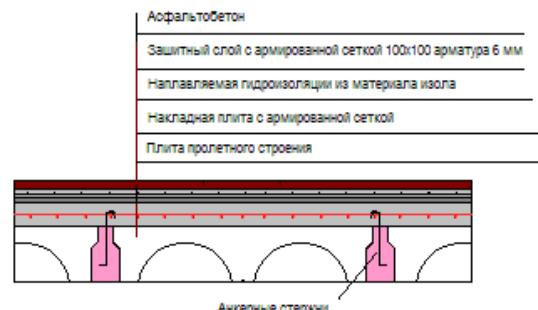


Рис. 11. Разрез мостового полотна с монолитной накладной плитой

## Использованная литература / References

[1] Дементьев В.А., Волокитин В.П., Анисимова Н.А. Усиление и реконструкция мостов на автомобильных дорогах. Воронеж, 2006

[2] Рекомендации по определению грузоподъёмности эксплуатируемых мостовых сооружений на автомобильных дорогах общего пользования. бетонные и железобетонные конструкции. Росавтодор, Москва, 2016

[3] Методическое пособие мастеров по эксплуатации автодорожных мостов. Российское акционерное общество «Росавтодор». Москва 1994 г.

[4] ШНК 2.05.03-22. Мосты и трубы.

[5] ИКН 100-14 «Инструкция по содержанию и текущему ремонту мостовых сооружений и водопропускных труб на автомобильных дорогах».

## Информация об авторах/ Information about the authors

Миралимов Доцент кафедры искусственных Мирзахид сооружений на автомобильных Хамитович дорогах Ташкентского / Miralimov государственного транспортного Mirzahid университета, к.т.н., Khamitovich E-mail: [mirzahid\\_miralimov@yahoo.com](mailto:mirzahid_miralimov@yahoo.com)  
Tel.: + +998977250924  
<https://orcid.org/0000-0003-2530-5516>

<b>M. Miralimov, A. Karshiboev</b> <i>Analysis of existing methods for calculating the structural strength of shallow metro stations with domed roofs .....</i>	<b>5</b>
<b>M. Miralimov</b> <i>The assessment of technical condition of bridge and recommendations for strengthening the load-bearing structures... </i>	<b>10</b>
<b>S. Sulaymanov, Z. Abdullaeva</b> <i>Analytical assessment of noise levels of urban vehicle flows .....</i>	<b>15</b>
<b>K. Matrasulov, D. Yuldashev</b> <i>Enhanced multicriteria assessment of urban public transport infrastructure based on expert judgments and integrated evaluation metrics .....</i>	<b>19</b>
<b>M. Dadaboeva</b> <i>The role of the state support system in developing small businesses .....</i>	<b>23</b>
<b>Kh. Mamatov, M. Murodilova</b> <i>Concrete production based on metallurgical waste .....</i>	<b>29</b>
<b>M. Juraev</b> <i>Development of an efficient method for allocating motor vehicles to routes within the capacity constraints of loading (unloading) addresses .....</i>	<b>33</b>
<b>Kh. Kamilov</b> <i>A hygienic approach to reducing the effect of ultraviolet radiation on railway workers .....</i>	<b>37</b>
<b>D. Yuldashev, S. Ilkhomov</b> <i>Relationships and models of service efficiency on a digital transport platform .....</i>	<b>41</b>
<b>A. Khurramov, N. Irgashev</b> <i>Modern approaches to enhancing communication security in telecommunication .....</i>	<b>45</b>