

УДК.624.059.22

Ящук Максим Олегович, старший преподаватель, Ростовский
государственный университет путей сообщения, г. Ростов-на-Дону

e-mail: maxum1986@gmail.com

Казачков Дмитрий Игоревич, студент, Ростовский государственный
университет путей сообщения, г. Ростов-на-Дону

e-mail: mr.kazachkovdima@mail.ru

Аляутдинова Анастасия Александровна, студент, Ростовский
государственный университет путей сообщения, г. Ростов-на-Дону

e-mail: alyautdinovaanastacia@yandex.ru

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОПОР И ОПОРНЫХ ЧАСТЕЙ МОСТОВ

Аннотация. Опорные части мостов играют значительную и важную роль в надежности и устойчивости инженерных сооружений. Элементы конструкции мостов воспринимают нагрузки, возникающие при деформациях моста и при движении транспорта, и перераспределяют их по опорам. В современном мире нагрузки на опоры становятся все более различными и сложными. Надежные и прочные опоры являются гарантией безопасности мостов и, следовательно, всей транспортной сети страны. Обеспечение безопасности и долговечности этих сооружений требует постоянного внимания к условиям эксплуатации и применению современных инженерных решений. Существует необходимость комплексного мониторинга состояния мостовых опор и применения современных методов проектирования, чтобы учесть разнообразные и сложные нагрузки, а также воздействие окружающей среды. Необходимость разработки надёжных конструкций опор становится всё более актуальной в современном строительстве, обеспечивая безопасность и долговечность транспортной инфраструктуры.

Annotation. The support parts of bridges play a significant and important role in the reliability and stability of engineering structures. The structural elements of bridges

absorb the loads that arise from the deformation of the bridge and the movement of vehicles, and distribute them among the supports. In today's world, the loads on the supports are becoming increasingly diverse and complex. Reliable and sturdy supports are essential for ensuring the safety of bridges and, consequently, the entire transportation network of a country. Maintaining the safety and durability of these structures requires constant attention to their operational conditions and the implementation of modern engineering solutions. There is a need for comprehensive monitoring of the condition of bridge supports and the use of modern design methods to take into account the diverse and complex loads, as well as the environmental impact. The need to develop reliable support structures is becoming increasingly important in modern construction, ensuring the safety and durability of transportation infrastructure.

Ключевые слова: композитные материалы, опорные части, нагрузки, строительство, строительные конструкции.

Keywords: composite materials, bearing parts, loads, construction, building structures.

Железная дорога имеет стратегическое значение для Российской Федерации. Ее эффективное функционирование – залог стабильного экономического роста страны и ее регионов. Железнодорожный транспорт обеспечивает один из ключевых для России типов перевозки груза, наряду с трубопроводным и автомобильным транспортом. В связи с этим обеспечение безопасности и бесперебойности работы железнодорожных линий, с установленными скоростями движения и грузонапряженностью, является одной из ключевых задач холдинга ОАО «РЖД».

Для поддержания железнодорожного пути в должном состоянии необходим комплексный мониторинг за всеми объектами железнодорожной инфраструктуры. Особое внимание стоит уделить состоянию искусственных сооружений (ИССО). При необходимости нужно проводить реконструкцию и усиление отдельных элементов мостов [1-12].

В современном мире нагрузки на опоры становятся все более различными и сложными.

В транспортной области мосты представляют значимую роль для объектов транспорта и людей. Элементами пролетного строения являются опорные части мостов, передающие на фундамент нагрузку от пролетов (рис. 1).



Рис. 1 Установленная опорная часть моста

Опоры изготавливаются из таких материалов как бетон, сталь и композитные материалы. Функции опорных частей заключаются в обеспечении устойчивости и долговечности сооружения, а также в передаче статических и динамических нагрузок.

Фундаменты опор бывают массивными в виде свайных ростверков и безростверковые опоры, у которых тело опоры и фундамент являются одним целым.

Тело опоры является конструкцией, расположенной выше фундамента. Оно имеет два вида поперечного сечения: прямоугольник и круг. Тело опоры воспринимает нагрузку от пролета, вследствие этого тело должно быть прочным и иметь высоту, которая обеспечивает необходимые требования для возведения и безопасности к мостовым опорам. Общий вид промежуточной (мостовой) опоры представлен на рис. 2.

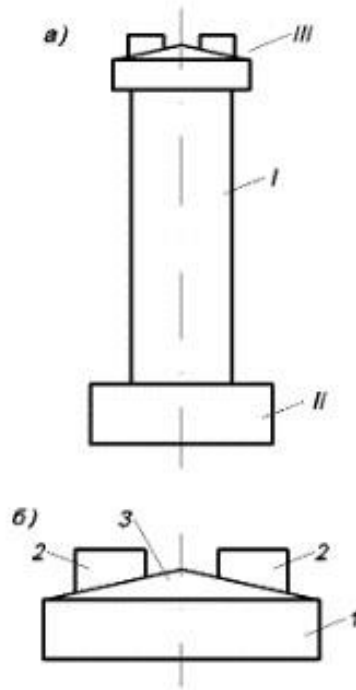


Рис. 2 Промежуточная опора:

- а – общий вид (I – тело опоры, II – фундамент, III – оголовок);
 б – оголовок (1 – подферменная плита, 2 – подферменник, 3 – слив)

Свайные опоры применяются при пересечениях железной и автодорог, суходолов и небольших рек [11-12]. Воздействие нагрузок на опору через опорные части показано на рисунке 3.



Рис. 3 Воздействие нагрузок на опору через опорные части

На рисунке 4 представлена конструкция опоры, которая состоит из расположенных в один ряд четырех свай сечением 40×40 см. Если грунты не

допускают забивку свай, свайные опоры заменяют стоечными. Опоры на рисунке 4 широко применялись в мостах эстакадного типа высотой до 6,0 м с опиранием на них пролетных строений длиной до 5,0 м. Устои в них имеют такую же конструкцию, как и промежуточные опоры.

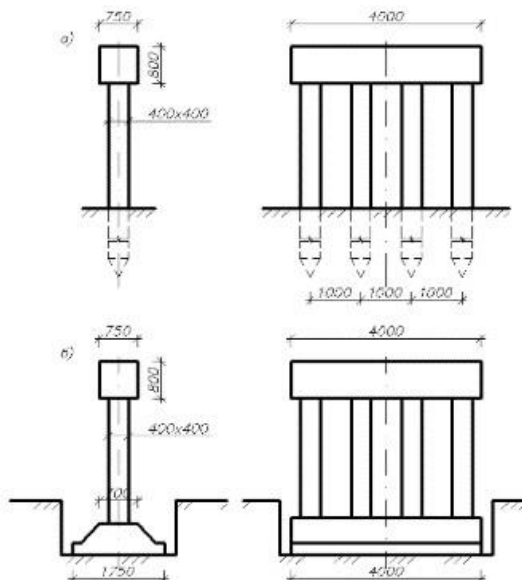


Рис. 4 Опоры мостов:

а – свайные; б – стоечные

Существуют несколько видов нагрузок, влияющих на опорные части мостов. Статические нагрузки – нагрузки, действующие на сооружение в состоянии покоя, и включающие в себя: собственный вес пролетного строения, вес мостового полотна, вес транспортных средств, температурные воздействия, усадку и ползучесть бетона. Динамические нагрузки – нагрузки, включающие в себя удары от движения транспорта и вибрации, которые возникают при движении поездов и автомобилей.

Постоянно разрабатывают новые нормы и правила проектирования и применяют новые строительные материалы, которые смогут выдержать постоянное повышение нагрузки на конструкции моста.

а)



б)



Рис. 5 Дефекты опорных частей: а) расслоение опорной части б) коррозия опорной части

Также учитывают и изменения климата. Из-за увеличения дождей, снежных бурь и сильных ураганных ветров проектировщики должны более тщательно производить расчеты мостовых опор. Благодаря постоянному наблюдению за состоянием мостовых опор и изменениям в нагрузках обеспечивается безопасность мостов. Основные дефекты опорных частей приведены на рисунке 5.

Опорные части мостов могут выдерживать температуру от -40° до $+50^{\circ}\text{C}$. Они могут воспринимать нагрузки от 1000 до 60000 кН.

Для предотвращения коррозии и других неблагоприятных факторов окружающей среды опорные части изготавливают из прочных и

коррозионностойких материалов. Опоры рассчитаны на долгий срок эксплуатации. Для безопасной и долговечной эксплуатации надежные и прочные опоры являются главной гарантией безопасности.

При наличии таких факторов как: температурные колебания, подвижка и усадка грунта основания, сейсмика, опорные части моста обеспечивают необходимую подвижность моста.

Нагрузки на опорные части мостов становятся все более разнообразными и сложными. Проектирование конструкций требует подхода, который будет учитывать статические и динамические нагрузки, особенные факторы и изменения климата и окружающей среды.

Находясь на пороге нового этапа в инженерии мостов, который примет во внимание решение задач современной нагрузки и позволит нам создать надежные и устойчивые инфраструктурные объекты.

Список литературы

1. Бокарев С.А., Ящук М.О. Усиление железобетонных пролетных строений мостов преднапряженными полимерными композиционными материалами // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2016. – №1 (61). – С. 98–107. EDN: VTFJPP
2. Вострикова Т.Е., Нагорная Л.П., Ящук М.О. Несущие элементы композитных мостов // Сборник научных трудов VI Всероссийской национальной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону: РГУПС. – 2024. – С. 54 – 58. EDN: ELWWHD
3. Давыденко К.А. Развитие транспортной инфраструктуры юга России / К. А. Давыденко, М. В. Проколова, Л. И. Кафитин // Инновационные технологии в строительстве и управление техническим состоянием инфраструктуры: сб. науч. тр. в 2 т. - Т.1. - Ростов-на-Дону: РГУПС, 2024 г. – С. 71-75.
4. Мартынюк И., Попов О., Ящук М., Опадких А. Сравнительный анализ методов расчета несущей способности пролетного строения

металлического моста // Международный научный сибирский транспортный форум "ТРАНССИБИРЬ". – 2021. – Том. 2. Стр. 529-537. Doi: 10.1007/978-3-030-96383-5_59. EDN: IBWANF

5. Пимшина Т.М., Аляутдинова А.А., Карташов В.В., Шаламов А.А. Анализ современных способов топографической съемки местности // Сборник научных трудов VII Всероссийской национальной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону: РГУПС. – 2025. – С. 178 – 181. EDN: TRAVHO
6. Попов О.Н., Мартынюк И.В., Ящук М.О. Сравнительный анализ методов расчета грузоподъемности металлического пролетного строения моста // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – Пермь. – 2022 – №3. – С. 70-78. EDN: OVUIOE
7. Пустовалова К.Д., Писковец О.В., Ящук М.О. Испытания вантовых мостов // Сборник научных трудов VI Всероссийской национальной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону: РГУПС. – 2024. – С. 51 – 54. EDN: JSSSMP
8. Смердов Д.Н., Ящук М.О. Экспериментальные исследования несущей способности изгибаемых железобетонных элементов, усиленных преднапряженными полимерными композиционными материалами // Научный журнал строительства и архитектуры. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2019. – №3. – С. 72 – 83. EDN: EBFIJY
9. Смердов Д.Н. Контроль усиления элементов мостов / Д.Н. Смердов, Л.Ю. Соловьев, М.О. Ящук, Н.В. Хамидуллина // Путь и путевое хозяйство. – Москва: Изд-во ОАО «РЖД», 2022. – №8. – С. 22 – 23. EDN: YFEGHP
10. Форманюк Д.А., Божков М.М., Ящук М.О., Дараселия Е.В. Инновационные технологии в строительстве и управлении техническим состоянием инфраструктуры // Сборник научных трудов VI Всероссийской национальной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону: РГУПС. – 2024. – С. 136 – 139. EDN: YDJTMJ

11. Ящук М.О., Кобелев К.В. Особенности работы устройств для усиления конструкций железобетонных мостов с применением полимерных композиционных материалов // Транспорт: наука, образование, производство (Транспорт—2016): труды международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону: РГУПС. – 2017. – Т. 4. – С. 142 – 145. EDN: XWFFVIZ
12. Ящук, М. О. Усиление опор мостов композитными материалами / М. О. Ящук, В. А. Фурсов // Транспорт: наука, образование, производство: сб. науч. тр. - Т.3. Технические, естественные и гуманитарные науки. - Ростов-на-Дону: РГУПС, – 2024. С. 66-69. EDN: UGELHT

References

1. Bokarev S.A., Yashchuk M.O. Reinforcement of reinforced concrete bridge spans with prestressed polymer composite materials // Bulletin of the Rostov State University of Railway Communications. – 2016. – №1 (61). – Pp. 98-107. EDN: VTFJPP
2. Vostrikova T.E., Nagornaya L.P., Yashchuk M.O. Bearing elements of composite bridges // Collection of scientific papers of the VI All-Russian National Scientific and Practical Conference. Rostov-on-Don: RGUPS. – 2024. – pp. 54-58. EDN: ELWWHD
3. Davydenko K.A. Development of transport infrastructure in the South of Russia / K. A. Davydenko, M. V. Prokopova, L. I. Kafitin // Innovative technologies in construction and management of the technical condition of infrastructure: collection of scientific papers in 2 volumes - Vol.1. Rostov-on-Don: RGUPS, 2024 – pp. 71-75
4. Martynyuk I., Popov O., Yashchuk M., Opatskikh A. Comparative analysis of methods for calculating the bearing capacity of a metal bridge superstructure // International Scientific Siberian Transport Forum "TRANSSIBIR". – 2021. – Vol. 2. Pp. 529-537. Doi: 10.1007/978-3-030-96383-5_59. EDN: IBWAHF

5. Pimshina T.M., Alyautdinova A.A., Kartashov V.V., Shalamov A.A. Analysis of modern methods of topographic surveying // Collection of scientific papers of the VII All-Russian National Scientific and Practical Conference. Rostov-on-Don: RGUPS. – 2025. – pp. 178-181. EDN: TRAVHO
6. Popov O.N., Martynyuk I.V., Yashchuk M.O. Comparative analysis of methods for calculating the load capacity of a metal bridge superstructure // Transport. Transport facilities. Ecology. – Perm. – 2022 – No. 3. – pp. 70-78. EDN: OVUIOE
7. Pustovalova K.D., Piskovets O.V., Yashchuk M.O. Tests of cable-stayed bridges // Collection of scientific papers of the VI All-Russian National Scientific and Practical Conference. Rostov-on-Don: RGUPS. – 2024. – pp. 51 – 54. EDN: JSSSMP
8. Smerdov D.N., Yashchuk M.O. Experimental studies of the bearing capacity of bent reinforced concrete elements reinforced with prestressed polymer composite materials // Scientific Journal of Construction and Architecture. Voronezh: VGTU Publishing House, 2019, No. 3, pp. 72-83. EDN: EBFIJY
9. Smerdov D.N. Control of reinforcement of bridge elements / D.N. Smerdov, L.Y. Solovyov, M.O. Yashchuk, N.V. Khamidullina // Path and track management. Moscow: Publishing House of Russian Railways, 2022. No. 8. pp. 22-23. EDN: YFEGHP
10. Formanyuk D.A., Bozhkov M.M., Yashchuk M.O., Daraselina E.V. Innovative technologies in construction and management of the technical condition of infrastructure // Collection of scientific papers of the VI All-Russian National scientific and practical conferences. Rostov-on-Don: RGUPS. – 2024. – pp. 136-139. EDN: YDJTMJ
11. Yashchuk M.O., Kobelev K.V. Features of devices for reinforcing reinforced concrete bridge structures using polymer composite materials // Transport: science, education, production (Transport—2016): proceedings of the international scientific and practical conference. Rostov-on-Don: RGUPS. – 2017. – Vol. 4. – pp. 142-145. EDN: XWFFVIZ

12. Yaschuk, M. O. Reinforcement of bridge supports with composite materials / M. O. Yaschuk, V. A. Fursov // Transport: science, education, production: collection of scientific tr. - Vol.3. Technical, natural and humanitarian sciences. - Rostov-on-Don: RGUPS, 2024. pp. 66-69. EDN: UGELHT