

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2023, Том 15, № 2 / 2023, Vol. 15, Iss. 2 <https://esj.today/issue-2-2023.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/86SAVN223.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Негомедзянова, А. А. О конструкции разводных мостов / А. А. Негомедзянова, И. Г. Овчинников // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 2. — URL: <https://esj.today/PDF/86SAVN223.pdf>

For citation:

Negomedzyanova A.N., Ovchinnikov I.G. On the design of drawbridges. *The Eurasian Scientific Journal*. 2023; 15(2): 86SAVN223. Available at: <https://esj.today/PDF/86SAVN223.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

В России не так широко развито строительство подвижных мостов, но хотелось бы отметить деятельность известных авторов научных исследований по таким мостам — Богданова Геннадия Ивановича и Евграфова Георгия Константиновича. Благодаря им в свет вышли книги по проектированию и возведению разводных мостов, являющиеся основой при проектировании и строительстве разводных мостов в России

УДК 69.034.4

Негомедзянова Айгуль Азатовна

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия
E-mail: ajgul.negomedzyanova.1998@mail.ru

Овчинников Игорь Георгиевич

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», Саратов, Россия
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия
Профессор базовой кафедры АО «Мостострой-11»
Доктор технических наук, профессор
E-mail: bridgesar@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0617-3132>
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=2922
SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57215456136>

О конструкции разводных мостов

Аннотация. Авторами данной статьи представлен анализ видов и конструкций разводных мостов. Мы кратко познакомились с историей возникновения подвижных мостов и с процессом их модернизации до привычных в настоящее время.

Основой для статьи послужила малая освещенность тематики разводных мостов в России, так как в России достаточно мало статей, посвященных разводным мостам, но в данных статьях рассматриваются такие мосты локально. Авторами же этой статьи были кратко рассмотрены основные виды передвижных мостов.

В России такие мосты принято называть термином «разводные», но среди так называемых разводных мостов существуют и другие виды, как например, подъемные, передвижные, раскрывающиеся и т. п., наиболее точно их описывает именно английский термин «movable bridge», или же в переводе «подвижный мост», поэтому в данной статье будем все-таки опираться именно на термин «подвижный» мост.

Каждый вид моста имеет свои отличительные характеристики, которые находят свое применение в определенных городских условиях. Замысловатый тип некоторых подвижных мостов был выбран не только из эстетических соображений, но и для обеспечения безопасного и комфортного передвижения по ним исходя из условий местности, частоты движения сухоходного транспорта и даже рельефа местности.

Несмотря на то, что, говоря о подвижных мостах, мы подразумеваем привычные нам разводные двукрылые, родоначальником стал именно поднимаемый, который использовался в средневековых замках. Кто бы мог подумать, что такой простейший механизм, может стать началом для строительства таких уникальных на сегодняшний день мостов.

Сейчас же существует более 16 различных видов подвижных мостов, работающих по 6 основным принципам, есть как подъемные, так и поворотные и даже наклоняемые.

Несмотря на множество положительных сторон, стоит отметить, что такие мосты весьма дорогостоящи и громоздки, также они требуют к себе тщательного контроля за состоянием и постоянного ремонта конструкций во избежание чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: подвижные мосты; разводные мосты; судоходный транспорт; конструкции; экономика; речной путь; технология строительства

Введение

Тему освещения конструкции подвижных мостов считаю актуальной на сегодняшний день, так как во многих регионах России развито судоходство, не только в общем смысле, как пути для торгового сообщения между регионами и городами, хотя это тоже не маловажный аспект, но так и развитие такого рода, «развлекательного» пароходства, для которого стандартный мост может являться проблемой и ограничением для высоты транспортного плавсредства, особенно в период паводков.

Для сравнения, в мире насчитывается уже более 300 подвижных мостов, лидирующие позиции, при этом занимают США и Германия, в России же существует всего 22 разводных моста, при чем количество рек в России в 10, а то и больше раз выше.

До сих пор многие мостовые сооружения служат препятствием для речных путей сообщения, торговым судам приходится преодолевать километры и тратить часы на доставку груза, но с популяризацией строительства подвижных мостов, данная проблема отойдет на второй план, это поспособствует развитию экономики за счет сокращения сроков доставки продовольствия и ценного груза [1].

Но стоит отметить, что такой тип моста также имеет и ряд существенных недостатков, к примеру, при пропуске судов, в городской среде, может стать проблема задержки наземного транспорта. В других странах активно пытаются с этим бороться, применяя новые необычные виды мостов, в России же, в основном продолжают строить так называемые разводные мосты, что может являться проблемой, ввиду задержек движения и малому развитию речного транспорта, а также строительству дополнительных неподвижных или же стационарных мостов в несудоходных каналах, что приводит к неэкономичности строительства таких мостов. Также такие мосты очень дорого содержать, к ним нужен особый подход и более частый мониторинг за состоянием, ведь может не сработать механизм, что приведет к авариям и перебоям в торговле, и в последствии, к экономическим убыткам.

Таким образом, для решения проблемы необходимо постоянное совершенствование теоретических знаний и умению их внедрять для дальнейшего исследования. Подвижные мосты, особенно в крупных городах, конечно, помогут улучшить экономическую обстановку, но в том случае, если строить их в нужных для этого местах и используя нужную для этого конструкцию [2].

Целью данной статьи является формирование общего представления о подвижных мостах, их конструкции, а также их представление их положительных и отрицательных качеств на примере сравнения.

Методы

Основной областью исследования данной статьи является сравнительный анализ подвижных мостов и их основные отличительные характеристики.

Для начала разберемся, почему же стали строить подвижные мосты. Изначально подвижный мост появился в Санкт-Петербурге, так как мосты там строили очень низко по отношению к уровню рек, а торговые пути не были обеспечены. Появилась необходимость в водных путях сообщения, а устройство мостов в уровне города требовало устройство подходов насыпей, что требовало больших денежных затрат, и грунт также нужно где-то брать. Чтобы обеспечить подмостовой габарит для прохода судоходного транспорта было принято решение о возведении первых в России разводных или же подвижных мостов.

На сегодняшний день подвижные мосты имеют большое множество различных видов, от самых простых, таких как подъемный, используемый еще с древних времен в качестве откидывающихся ворот замков, до самых сложных, к примеру сворачивающихся. Такие мосты принято делить на 6 основных групп по способу их перемещения: наклоняемые, отодвигаемые, раскрывающиеся (наиболее известные представители таких мостов), поворотные, поднимаемые и подъемные. Далее подробно рассмотрим каждый вид моста и определим их сильные и слабые стороны [3].

Начнем с самого древнего вида подвижных мостов — поднимаемого. Такой мост имеет самую примитивную конструкцию с поднимаемым и опускаемым пролетным строением посредством лебедок. Такой мост, как было сказано ранее, является древнейшим и использовался еще в средние века для защиты замков, он не допускал посторонних людей на территорию. Данный тип моста изображен на рисунке 1.



Рисунок 1. Поднимаемый мост¹

Пусть с виду подъемный мост и не отличается своей крепостью, но он позволял пропускать по себе тяжеловесные колесницы с грузом, а также защищал саму крепость от попадания тяжелой, на тот момент, артиллерии в виде камней и металлического оружия.

¹ Разводной мост. — Текст: электронный // Википедия. — ред. 22.11.2021. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Разводной_мост (дата обращения 05.12.2022).

В настоящее время такие мосты именно в транспортном строительстве не используются, ввиду ненадежного и недолговечного, на сегодняшний день, механизма, требующего ручного управления, а также ввиду малых габаритов, такой мост не способен перекрыть пролеты более 15 метров².

На смену такому мосту пришел, наверное, самый известный представитель подвижного моста — раскрывающийся. Стоит обратить внимание, что такие мосты имеют и другие формы, например сворачиваемый, ввиду схожести строения механизма.

Раскрывающиеся же мосты могут быть однокрыльми и двукрыльми и могут иметь протяженность до 75 метров, и также могут пропускать под собой значительно крупный судоходный транспорт. Также такой мост довольно архитектурно выразителен и до сих пор привлекает множество туристов из разных городов, дабы посмотреть на легкость и красоту процесса поднятия большетонных пролетных строений «в небо» [4]. Примером такого моста можно считать Дворцовый мост, изображенный на рисунке 2.



Рисунок 2. Дворцовый мост, Санкт-Петербург¹

Не смотря на довольно значительные характеристики раскрывающегося моста, по сравнению с предшественником, данный мост имеет и ряд недостатков, к примеру, ввиду конструктивных особенностей, он не может часто поднимать свои пролеты, так как на это требуется увесистый противовес и сложный механизм. Также разводит свои крылья такой мост на продолжительное время — более часа и всего пару раз в день, что значительно затрудняет проход как наземного транспорта, так и судоходного. Еще одним существенным недостатком можно назвать и проблему устройства ездового покрытия, ведь оно не должно утяжелять и без того тяжелые пролеты, и при этом быть достаточно прочным для безопасного движения транспорта по нему, а оно со временем может «сползать» под действием гравитации [5].

Следующими на очереди будут отодвигаемые или передвижные мосты. Такие мосты наиболее практичны именно для судоходного транспорта, так как способны пропустить крупногабаритный судоходный транспорт без ограничений по высоте. Конструкция механизма представляет собой передвижаемое пролетное строение по оси движения наземного транспорта [6]. Такие мосты применяют в широких реках и каналах и имеют внушительную, по сравнению с предшественниками, длину превышающую 150 метров. Пример такого моста можно рассмотреть на рисунке 3.

² Руководство по проектированию разводных мостов — Текст: электронный // Министерство транспортного строительства СССР: официальный сайт. — 1990. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200082596> (дата обращения 21.02.2022).



Рисунок 3. Мост через Худ-Канал, Вашингтон. США¹

Отодвигаемый мост требует ювелирной точности при строительстве, а также повышенного к себе внимания при эксплуатации, так как даже при попадании небольшого камня в его механизм может возникнуть серьезный сбой в работе, что в последствии чревато авариями. Также, такой мост уместно располагать лишь в широких реках и каналах, потому что, сам отодвигаемый пролет перемещается на всю свою длину и в стесненных городских условиях может вызвать серьезные проблемы [7].

Со временем в крупных городах появилась необходимость в строительстве мостов, которые бы не становились помехой в городской среде, но при этом были просты и даже могли бы пропускать по себе пешеходов в «пропускном судоходном» состоянии, ввиду единственной переправы на другой берег [8]. Одним из первооткрывателей такого типа моста стал Вертикально-подъемный мост Артура Килла, изображенный на рисунке 4.



Рисунок 4. Вертикально-подъемный мост Артура Килла, США¹

Основным недостатком такого моста можно считать пропуск относительно невысокого судоходного транспорта под собой и малогабаритного транспорта по пролетам, ввиду облегченной конструкции ездового дорожного полотна. Подъемный мост также должен более тщательно проходить мониторинг, ведь несимметричная работа механизмов может привести к катастрофе.

Рассмотрим еще один вид подвижного моста, более современный — это поворотный, он бывает одно- или двухрукавный. Такие мосты обычно строят в наиболее стесненных городских условиях, где нет возможности устройства сложных механизмов. Такой мост может иметь длину более 100 метров [9]. Пример такого моста изображен на рисунке 5.



Рисунок 5. Двухрукавный поворотный мост¹

Самым большим недостатком поворотного моста является, наверное, его недолговечность, ведь со временем от собственного веса поворачиваемое пролетное строение все же подвергнется прогибам и не будет отвечать своим эксплуатационным характеристикам, следовательно необходимо очень точно рассчитать проект моста с запасом на прогибы, не влияющим на безопасность передвижения наземного транспорта.

В качестве наклоняемого моста можно привести в пример, один из самых уникальных проектов, мост Миллениум в Гейтсхед, изображенный на рисунке 6. За свою необычную форму он также получил название «подмигивающий мост».

Хоть наклоняемый мост и имеет протяженность более 100 м, виду сложности своего механизма и не способности переносить большую нагрузку, к сожалению, еще не применяется в строительстве автодорожных мостов, он способен воспринимать лишь небольшую нагрузку, например от веса пешеходов, но прогресс не стоит на месте, и, возможно в скором времени такая разработка найдет свое применение и в автодорожных мостах.³



Рисунок 6. Мост Миллениум, Гейтсхед, Великобритания¹

Также выше был назван еще и сворачивающийся мост, хочется немного уделить ему внимание. Сворачивающийся мост настоящее чудо в мире инженерии, ведь в развернутом виде он представляет собой обычный, на первый взгляд мост, но в свернутом является настоящим

³ 10 amazing movable bridges around the world. Тест: электронный // desingboom — ред. jul 14, 2017 — URL: <https://www.designboom.com/technology/10-amazing-movable-bridges-around-the-world-07-14-2017/> (дата обращения 05.12.2022).

произведением искусства, приобретая форму замысловатой ажурной скульптуры⁴. Примером сворачивающегося моста можно назвать Rolling Bridge, изображенный на рисунке 7.



Рисунок 7. Rolling Bridge, Лондон, Великобритания¹

Каким бы красивым и удивительным не казался такой мост, к сожалению, он предназначен лишь для пешеходов и пешеходного транспорта, а также не отличается своей протяженностью, максимальная длина такого моста составляет всего 12 метров.

Результаты

В результате анализа различных типов подвижных мостов были кратко освещены как достоинства, так и недостатки таких мостов. Несомненно, подвижные мосты необходимы, так как торговля посредством водного транспорта продолжает процветать, ввиду невозможности, на сегодняшний день, использовать иной вид торгового и промышленного транспорта, но это не должно сказываться и на наземных путях сообщения [10].

Такие мосты весьма дорогостоящи и требуют к себе внимания, ввиду повышенной ответственности сооружения и, в некоторых случаях, ювелирной точности расчетов и исполнения, так как могут стоить больших экономических убытков, и даже стоить жизни.

Обсуждение

Подвижные мосты со временем претерпели значительные изменения, они стали более практичны и приобрели более изящный архитектурный облик.

Повсеместно подвижные мосты строить нецелесообразно, так как большегабаритный водный транспорт актуален, в основном, в крупных городах, а мелкий способен пропустить под собой и стандартные мосты [11].

Но, стоит также отметить, что иногда без подвижных мостов невозможно обойтись, в таком случае необходимо детально разрабатывать проект таких мостов, не создавая преграду для наземного и пешеходного транспорта, а в настоящее время это как никогда актуально.

Как можно было заметить, в основном подвижные мосты распространены зарубежом, в России, к сожалению, таким мостам уделяют очень мало внимания.

⁴ 9 мостов-трансформеров, впечатляющих неординарным решением. — Текст: электронный // novate.ru — ред. 14.11.2020. — URL: <https://novate.ru/blogs/141120/56738/> (дата обращения 05.12.2022).

ЛИТЕРАТУРА

1. Евграфов Г.К. Разводные мосты / Г.К. Евграфов — Текст: непосредственный // Трансжелстроиздат. — Москва, 1950. — с. 403.
2. Поливанов Н.И. Разводные мосты / Н.И. Поливанов — Текст: непосредственный // Дориздат — Москва. 1951, — с. 156.
3. Богданов Г.И. Проектирование мостов и труб. Разводные мосты / Г.И. Богданов — Текст: непосредственный // Издательство «Транспорт» — Москва, 2013. — с. 246.
4. Богданов Г.И. Мосты и Петербург / Г.И. Богданов — Текст: непосредственный // Белое и чёрное. — Санкт-Петербург, 2007. — с. 255.
5. Hovey O.E. Movable Bridges v. 1 / O.E. Hovey — Text: original // Nobel Press, 2012. — p. 388.
6. Евграфов Г.К., Богданов Н.Н. Проектирование мостов / Г.К. Евграфов, Н.Н. Богданов — Текст: непосредственный // Транспорт — Москва, 1966. — с. 692.
7. Terry L. Koglin Movable Bridge Engineering / Terry L. Koglin — Text: original // John Wiley & Sons, 2003. — p. 691.
8. Богданов Г.И. Проектирование разводных мостов. Вертикально-подъемные мосты / Г.И. Богданов — Текст: непосредственный // ПГУПС — Санкт-Петербург, 2014. — с. 45.
9. Michael J. Abrahams Movable Bridges / Michael J. Abrahams. — Текст: электронный. // CRC Press, 1999. — p. 26.
10. Стрелецкий Н.С. Разводные мосты. Основы проектировки и расчета / Н.С. Стрелецкий — Текст: непосредственный // Гостехиздат. — Москва, 1924. — с. 312.
11. T.M. Mathew Movable Bridge Engineering Books / T.M. Mathew — Text: original // Wholesaler, 2016. — p. 193.

Negomedzyanova Aygul Negomedzyanova

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia
E-mail: ajgul.negomedzyanova.1998@mail.ru

Ovchinnikov Igor Georgievich

Saratov State Technical University named after Y. Gagarin, Saratov, Russia
Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia
E-mail: bridgesar@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0617-3132>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=2922

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57215456136>

On the design of drawbridges

Abstract. The authors of this article present an analysis of the types and designs of movable bridges. We briefly acquainted ourselves with the history of movable bridges and with the process of their modernization to the nowadays familiar ones.

The basis for the article was the low coverage of the subject of drawbridges in Russia, as there are quite few articles devoted to drawbridges in Russia, but these articles consider such bridges locally. The authors of this article briefly considered the main types of movable bridges.

In Russia such bridges are usually called «movable bridge», but among the so-called movable bridge there are other types, such as lift bridges, movable bridges, unfolding bridges, etc., the English term «movable bridge», or in translation «movable bridge», describes them most precisely, therefore, in this article we will rely exactly on the term «movable» bridge.

Each type of bridge has its own distinctive characteristics, which find their application in certain urban conditions. The intricate type of some movable bridges was chosen not only for aesthetic reasons, but also to ensure safe and comfortable movement over them based on terrain conditions, frequency of dry-drive traffic and even terrain relief.

Despite the fact that speaking of movable bridges, we mean the usual two-winged bridges, the ancestor was raised, which was used in medieval castles. Who would have thought that such a simple mechanism could be the beginning of building such unique bridges today.

Now there are more than 16 different types of movable bridges, working on 6 basic principles, there are both lifting and rotating, and even tilting bridges.

Despite the many positive aspects, it is worth noting that such bridges are very expensive and bulky, and they also require careful monitoring of their condition and constant repair of structures to avoid emergencies.

Keywords: drawbridges; movable bridges; shipping transport; constructions; economic; river route; construction technology