

РАЗРАБОТКА НОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ СЕЙСМОЗАЩИТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МОСТОВ С УЧЁТОМ МНОГОУРОВНЕВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Собирова Маъмура Мирабдуллаевна

Ассистент Ташкентского государственного транспортного университета

mamura_9105@bk.ru

АННОТАЦИЯ

В настоящей работе рассмотрено современное состояние проектирования, расчета и исследования работы мостов на сейсмостойкость. Рассмотрены особенности применения систем сейсмозащиты для железнодорожных мостов. Исследованы мостовые конструкции при продольных колебаниях, возникающих от сейсмических нагрузок с учетом сброса пролетных строений с опор.

Ключевые слова: *сейсмическая сила, фундамент, сейсмостойкость, сейсмические районы, правила, проектирование, земляного полотна, сейсмическая нагрузка.*

ABSTRACT

In this work, the current state of design, calculation and study of the work of bridges for seismic resistance is considered. The features of the application of seismic protection systems for railway bridges are considered. Bridge structures are investigated with longitudinal vibrations arising from seismic loads, taking into account the discharge of superstructures from supports.

Keywords: *seismic force, foundation, earthquake resistance, seismic areas, rules, design, subgrade, seismic load*

ВВЕДЕНИЕ

С первых дней обретения независимости в нашей стране особое внимание уделяется развитию всех видов транспорта, повышению качества и безопасности грузоперевозок и пассажироперевозок в частности и на железной дороге. Одной из приоритетных задач является по определению главы государства Ш.М. Мирзиёевым проектирование и строительство наиболее удобных и коротких с высокой пропускной способностью железных дорог и мостов, которые обеспечили бы выход Узбекистана на мировой рынок

Железные дороги нашей страны довольно развиты. Узбекистан является одной из стран Азии, где ведутся масштабные работы по строительству и реконструкции железных дорог.

Сейсмозащита мостовых сооружений – важная научно-техническая и инженерная задача. Во многих странах, в том числе и в Республике Узбекистан, сейсмическим воздействиям подвержена практически вся территория. Опыт прошлых землетрясений показывает разрушительную силу данного катаклизма.

5

При землетрясении повреждение крупного дорожного сооружения определяет срок восстановительных работ по всему направлению, затрудняет оказание помощи пострадавшему району, дестабилизирует работу промышленности. В связи с этим транспортным сооружением, прежде всего мостам, предъявляются дополнительные требования к их сейсмостойкости.

Узбекистан является страной набирающей высокий темп развития во всех отраслях, большими масштабами идет строительство и на железной дороге. На сегодняшний день общая протяженность железных дорог Узбекистана составляет около 7000 км с многочисленными искусственными сооружениями.

Как известно, что в Узбекистане значительная часть строительства приходится на сейсмически опасные районы. Защита сооружений от сейсмических воздействий является немало важной задачей строительства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И МЕТОДОЛОГИЯ

В развитие современной теории сейсмостойкости определяющий вклад внесли: К.С. Абдурашидов, А.Т. Аубакиров, Я.М. Айзенберг, А.А. Амосов, М.Ф. Барштейн, Т.А. Белаш, И.И. Гольденблат, А.Б. Гроссман, К.Н. Карцивадзе, Б.Г. Коренев, И.Л. Корчинский, Н.А. Красин, Д.А. Курбатов, Е.Н. Курбацкий, А.И. Мартемьянов, Н.А. Николаенко, М.М. Онищенко, В.Т. Рассказовский, Т.Р. Рашидов, Л.М. Резников, О.А. Савинов, А.П. Сеницын, Ю.М. Сильницкий, В.И. Смирнов, А.М. Уздин, М.Т. Уразбаев, В.С. Поляков, Г.С. Шестоперов, в том числе зарубежные ученые, как М. Био, Д. Келли, К. Кубо, Нишики, Омори, В. Робинсон, Р.Скиннер, У.З. Шермухамедов и многие другие.

Научный прорыв в становлении сейсмостойкого строительства как инженерной дисциплины сделал японский ученый Ф. Омори [3]. В конце позапрошлого столетия он проанализировал повреждения ряда объектов при землетрясении и испытал на сеймоплатформе фрагменты колонн из кирпичной кладки. В результате этих исследований им разработана первая теория сейсмостойкости, получившая название статической.

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

В соответствии с этой теорией сооружение и основание рассматриваются как абсолютно жесткие. При этом все точки сооружения имеют одинаковые ускорения, равные ускорению основания $a_0(t)$. В соответствии с принципом Даламбера можно считать, что к каждой массе сооружения m_i приложена инерционная нагрузка (сейсмическая сила) s_i :

$$s_i = m_i K_c g \quad (1)$$

где K_c - максимальное ускорение основания в долях ускорения силы тяжести g , названное коэффициентом сейсмичности, при этом $a_0^{(max)} = K_c g$

Сейсмическую силу s_i прикладывают как статическую в центре тяжести массы m_i и на действие таких сил производят расчет конструкции.

По результатам своих опытов, а также анализа смещений земной коры при землетрясениях Омори оценил величину ускорений основания, которая по его данным для 9-балльного землетрясения составила $0.1g$.

Существенным недостатком статического метода является невозможность учета в его рамках динамических свойств конструкции. Пренебрежение этими свойствами ведет к существенным ошибкам в расчетах сооружений, которые идут не в запас прочности. Несмотря на эти недостатки можно смело сказать, что величайшей заслугой Омори был своего рода психологический переворот в сейсмостойком строительстве. Сейсмические нагрузки из разряда сверхъестественных перешли в категорию обычных нагрузок, поддающихся инженерной оценке и требующих соответствующих инженерных решений при проектировании [4].

В период с 1900 по 1923 годы в Японии было запроектировано значительное количество сооружений с использованием статической теории сейсмостойкости. Этот опыт показал, что в большинстве случаев расчетные сейсмические нагрузки были незначительны, и проектирование приходилось вести по сложившимся рецептурным правилам. Наиболее полно недостатки статической теории проявились после землетрясения в Токио и Йокогамме 1923 года в Японии, унесшего более 150 тысяч человеческих жизней. Это землетрясение явилось толчком к созданию динамического метода расчета зданий на сейсмические воздействия. Японский ученый Мононобе рассмотрел вынужденные колебания механической системы с одной степенью свободы и ввел в формулу (1) коэффициент динамичности. Решение Мононобе было

уточнено основоположником теории сейсмостойкости в СССР, выпускником ЛИИЖТа, академиком К.С.Завриевым, который впервые разработал нормы динамического расчета зданий и сооружений, использованные в 1924 году при строительстве Закавказской железной дороги.

В соответствии с указанными исследованиями сейсмические инерционные нагрузки определялись с учетом динамических свойств конструкции. Для этого в формулу (1) был введен коэффициент динамичности β

$$s_i = m_i K_c g \beta \quad (2)$$

Величина коэффициента динамичности β была оценена, исходя из гармонического возмущения основания.

Самым слабым местом в разработках того времени оказалось расчетное ускорение основание, принятое по данным Омори равным $0.1g$. Выдающийся японский ученый профессор Сюэхиро писал по этому поводу «Величина коэффициента сейсмичности K_c не установлена ни предшествующим опытом, ни возможностью ее проявления в будущем. По-видимому, она принята равной 0.1 , потому что это удобное число и, что размеры элементов, рассчитанные согласно этой величине, обычно оказываются умеренными». Дальнейшее совершенствование динамических методов расчета шло в направлении уточнения модели сейсмического воздействия на сооружение.

Для разработки антисейсмических мероприятий большой интерес представляют типичные повреждения, характерные для отдельных видов сооружений и наблюдаемые в массовом порядке. Ниже описаны такие повреждения для основных видов искусственных сооружений и приведены наиболее характерные примеры.

На основе многочисленных данных можно выделить две группы повреждений балочных мостов:

- 1) повреждение пролетных строений, их сдвиг по подферменным площадкам или падение с опор при относительно небольших повреждениях последних;
- 2) разрушение или сильное повреждение опор, влекущее за собой полное или частичное обрушение моста.

Силы инерции от веса пролетного строения и временной нагрузки вызывают дополнительные сейсмические усилия в его конструкциях. Однако металлические и железобетонные балочные пролетные строения хорошо

сопротивляются горизонтальным воздействиям и их повреждения, вызванные сейсмическими силами горизонтального направления, наблюдаются редко; в единичных, случаях отмечены изгибы или изломы элементов горизонтальных связей [1].

Для главных несущих конструкций пролетного строения вертикальные сейсмические нагрузки не имеют решающего значения; повреждения, вызванные явно этой нагрузкой, практически не наблюдались.

Другой причиной повреждения конструкций балочных пролетных строений могут быть дополнительные усилия, которые возникают в них при взаимном смещении опор и остаточных деформациях оснований. Часто наблюдаемое смещение устоев в сторону пролета создает сжимающие усилия в продольных элементах пролетных строений.

Взаимные перемещения опор определяются двумя основными факторами - несинхронностью колебаний оснований и деформацией тела опоры и его основания. Составляющие перемещения верха опоры показаны на рис 1.

Перемещения, связанные с деформацией тела опоры и его основания, возникают при синхронном колебании оснований опор вследствие различия их динамических характеристик. Рассматриваемые перемещения можно разделить на перемещения тела опоры и на перемещения, вызванные упругим поворотом и сдвигом основания, когда опора смещается как единое целое. В свою очередь деформацию тела опоры тоже целесообразно разделить на две составляющие. Учитывая, что расчет по ограничению хода опорных частей является расчетом на МРЗ, необходимо учитывать упругую и неупругую компоненту перемещений. [2].

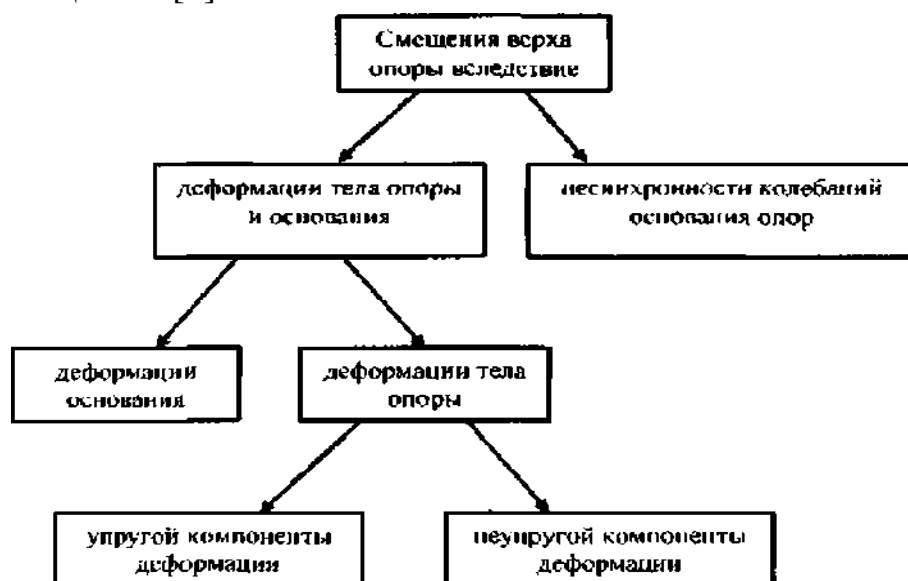


Рис.1. Компоненты определяющие смещение верха опор мостов

Несинхронность колебаний основания также имеет существенное значение. Если рассматривать две одинаковые опоры на одинаковом основании, то очевидно, что при синхронном колебании основания соседних опор взаимных смещений оголовка не будет. Однако если учесть несинхронные колебания основания, то будет иметь место взаимное смещение опор. Рассмотрим, прежде всего, влияние деформации опоры на величину смещений и на то, как следует задавать воздействие для расчета перемещений верха опоры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ исследований в области сейсмоизоляции мостов и путепроводов на высокоскоростных линиях позволяет заключить следующее.

1. Проблемам сейсмостойкости мостов уделяется серьезное внимание. При этом в качестве основного пути обеспечения сейсмостойкости мостов в районах с сейсмичностью более 8 баллов во всем мире считается использование сейсмоизолирующих опор.

2. Сейсмоизоляция железнодорожных мостов начала применяться в практике сейсмостойкого строительства последние 20 лет. Такие мосты возведены в Европе, Японии, Новой Зеландии. Нормы многих развитых стран, например, Японии и Италии, Тайваня, рекомендуют использование сейсмоизолирующих опор для железнодорожных мостов на высокоскоростных линий. Однако целый ряд вопросов работы сейсмоизоляции железнодорожных мостов остается не решенным.

3. Сброс пролетных строений с опор является одним из наиболее характерных и тяжелых повреждений мостов при сильных землетрясениях. Для того, чтобы избежать падения пролетных строений, необходимо увеличивать оголовки мостовых опор и ставить стопоры, препятствующие сбросу пролетных строений.

4. Основными факторами, определяющими актуальность данной тематики в Республике Узбекистан, являются плановая реализация государственных программ по созданию сети скоростных железных дорог, интеграция отечественных норм проектирования, а также разработка современных специализированных систем автоматизированного проектирования и динамического расчета мостовых конструкций.

REFERENCES

1. Кузнецова И.О., Шермухамедов У.З., Жгутова Т.В., В. Хайбинь.

- Сейсмозащита моста на олимпийской лыжной трассе в Красной Поляне // Известия Петербургского университета путей сообщения.- 2010. №2.
2. Рашидов Т.Р. Динамическая теория сейсмостойкости сложных систем подземных сооружений. Ташкент.: Фан, 1973
3. Omori F. Seismic Experiments on the Fracturing and Overturning of Columns, Publ. Earthquake Invest. Comm. in foreign Languages. – 1900. – №4. – Tokyo.
4. Уздин А.М., Елисеев О.Н., Кузнецова И.О., Никитин А.А., Павлов В.Е., Симкин А.Ю. Элементы теории трения, расчет и технология применения фрикционно-подвижных соединений.—С.Петербург: ВИГУ, 2001.