

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ИНСТИТУТ**

На правах рукописи

УДК 624.27.275

Ибрагимов Бекберган Давронбекович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ПРОЛЕТНЫХ
СТРОЕНИЙ АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВ**

5А340205 – Строительство мостов, тоннелей и метрополитенов

Диссертация

на соискание академической степени магистра

Научный руководитель:

д.т.н, проф. Ишанходжаев А.А

Ташкент - 2013

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ИНСТИТУТ**

Факультет: Дорожное строительство

Кафедра: «Мосты и транспортные тоннели»

Специальность: 5А340205 – «Строительство мостов, тоннелей и метрополитенов»

Научный руководитель: д.т.н, проф. Ишанходжаев А.А.

Студент магистратуры: 524-11 гр. Ибрагимов Б.Д.

Год обучения: 2011-2013

**АННОТАЦИЯ МАГИСТЕРСКОЙ
ДИССЕРТАЦИИ**

В магистерской диссертации приведены обзор отечественного и зарубежного опыта проектирования многопролетных металлических мостов, анализированы существующие металлические мосты стран СНГ и ближнего зарубежья. Рассмотрены опыт проектирования, эксплуатации и особенности обследования металлических мостов в Республики Узбекистан. Приведены результаты технического обследования и инструментального исследования существующего металлического моста через Тезаб-Дарья в Кашкадарьинской области, приведены характеристика и результаты обследования моста.

Приведены результаты исследования работы металлических неразрезных пространственных шарнирных ферм при температурных воздействиях. С целью изучения влияния годовых изменений температуры на

напряженно-деформированное состояние пролетных строений проектируемых и строящихся в настоящее время мостов выполнен расчет системы в виде неразрезной пространственной фермы с металлическими опорами на действие температуры в самый жаркий и самый холодный месяцы года. На основе анализа выполненных расчетов сделаны выводы о влиянии температуры на работу элементов рассматриваемой конструкции.

THE MINISTRY OF THE HIGHER AND AVERAGE VOCATIONAL
EDUCATION REPUBLICS UZBEKISTAN

THE TOSHKENT AUTO-ROAD INSITUTE

Faculty: «Road building»

Chair: «Bridges and transport tunnels»

Speciality: 5A340205 - «Bridges, tunnels and underground construction»

The supervisor of studies: prof. Ishankhodjayev A.A.

The student of a magistracy: 524-11 gr. Ibragimov B.D

Year of training: 2011-2013

**ANNOTATION OF MASTER'S
DISSERTATION**

In master's dissertation are resulted the review of domestic and foreign experience of designing of multispan metal bridges, analyzed existing metal bridges of the CIS countries and the near abroad. In Republic of Uzbekistan are considered experience of designing, operation and feature of inspection of metal bridges. Results of technical inspection and tool research of the existing metal bridge through Tezab-Darja in the Kashkadarya area and the characteristic and results of the surveyed bridge are put

Results of research of work of metal not cutting three-dimensional hinge frames are resulted at temperature influences. For the purpose of studying of influence of annual changes of temperature to stress-deformed state of span structures of projected and construction in this time bridges are executed calculation of system in the form of not cutting spatial frame with metal support to temperature action in the hottest and coldest months of year. On the basis of the analysis of the executed calculations are done conclusions of temperature influence for work of the considered design elements.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. СИСТЕМЫ БОЛЬШИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТОВ	14
1.1. Современное состояние расчета и проектирование металлических пролётных строений мостов. Изучение литературных источников.....	14
1.2. Анализ опыта эксплуатации металлических мостов за рубежом.....	20
2. ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОСОБЕННОСТИ ОБСЛЕДОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МОСТОВ В РУЗ	28
2.1. Техническое обследование и инструментальное исследование эксплуатируемого металлического моста через реку Тезаб-Дарья.....	31
2.2. Характеристики обследуемого моста.....	33
Выводы и рекомендации по результатам обследования.....	35
Выводы по второму разделу.....	36
3. ЗНАЧЕНИЕ ПЛАНИРУЕМОЙ СКОРОСТНОЙ АВТОМАГИСТРАЛИ АНДИЖАН – ТАШКЕНТ – НУКУС – КУНГРАД ДЛЯ ЭКОНОМИКИ РУЗ	37
3.1. Изучение материалов проектов, постановлений по новой дороге.....	57
3.2. Анализ применяемых систем большепролетных мостов.....	59
Выводы по третьему разделу.....	64
4. ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НЕРАЗРЕЗНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ШАРНИРНЫХ ФЕРМ ПРИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ	66
4.1. Теоретические основы расчета статически неопределенных ферм по методу сил.....	66
4.2. Совершенствование расчета статически неопределимых стержневых систем по методу конечных элементов (МКЭ).....	68

4.3. Общие данные по пролетному строению моста в виде пространственной статически неопределенной фермы с металлическими промежуточными опорами на участки линии Ташгузар-Кумкурган.....	71
4.3.1. Общий вид и поперечные разрезы пролетного строения.....	73
4.3.2. Геометрические характеристики поперечных сечений элементов....	74
4.4. Расчет статически-неопределенной пространственной фермы методом конечных элементов на основе ПК «LIRA-9.0».....	75
4.4.1. Составление дискретной модели пространственной стержневой системы для реализации расчета.....	77
4.4.2. Усилия в элементах конструкций от воздействия температуры в самый жаркий и самый холодный периоды года.....	78
4.5. Анализ результатов расчета.....	79
4.6. Сравнительная ведомость усилий и напряжений.....	80
Выводы по четвертому разделу.....	89
ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ ПО ДИССЕРТАЦИИ.....	90
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	91

ВВЕДЕНИЕ

Как отмечено в докладе Президента Республики Узбекистан Ислама Каримова на заседании кабинета Министров Республики Узбекистан 18 января 2013 года, посвященной итогам социально-экономического развития республики в 2012 году и основным приоритетам экономической программы на 2013 год на тему: ” Наша главная цель-решительно следовать по пути широкомасштабных реформ и модернизации страны”, в республике за истекший период завершены строительство и реконструкция около 500 километров современных четырехполосных автодорог, из них 163 километра с цементобетонным и 335 километров с асфальтобетонным покрытием.

Введены в эксплуатацию автомобильная дорога Гулистан - Ахангаран протяженностью 116 километров, автодорога в обход города Коканда, реконструированы участки дорог, связывающие Самарканд с городами Ташкент, Карши и Алат.

Ускоренно велись работы по дальнейшему развитию железнодорожных транспортных коммуникаций, последовательно реализуются проекты по железнодорожных участках, которые позволят сократить расходы по эксплуатации поездов до 20 процентов, повысить скорость пассажирских и грузовых перевозок в 1,3 раза, создадут возможность для полной электрификации 830-километровой железной дороги Ташкент – Термез.

В 2012 году проведена реабилитация железнодорожных путей протяженностью 240 километров, повысив надежность и безопасность железнодорожных перевозок. Открыто рабочее движение грузовых и пассажирских поездов на участках “Даштабад - Джизак” протяженностью свыше 70 километров.

В реализации наших программных задач на 2013 и последующие годы большое место отводится приоритету опережающего развития дорожно-транспортной, коммуникационной инфраструктуры.

В 2013 году намечено построить и реконструировать 526 километров автомобильных дорог, отвечающих международным стандартам, завершить реконструкцию участков автодороги протяженностью 71 километр на перевале “Камчик”, а также построить ряд мостов и путепроводов. На эти цели предусмотрено направить свыше 1,2 триллиона сумов, в том числе за счет средств Республиканского дорожного фонда более 870 миллиардов сумов и международных финансовых институтов – Азиатского банка развития, Исламского банка развития, Арабской координационной группы в эквиваленте около 120 миллионов долларов.

ГАК “Узавтойул”, Республиканскому дорожному фонду, Совету Министров Республики Каракалпакстан, хокимиятам областей и города Ташкента поручается принять действенные меры по безусловному выполнению намеченных параметров строительства, реконструкции и ремонта автомобильных дорог и развития придорожной инфраструктуры.

Особое внимание мы придаем ускоренному развитию сети железнодорожных коммуникаций, надежному соединению всех регионов республики транспортной артерией, обеспечивающей основной объем перевозки грузов. В текущем году предусмотрена реализация 16 инвестиционных проектов. Прежде всего таких, как электрификация железнодорожного участка Мараканд – Карши протяженностью 140 километров, Карши – Термез протяженностью 325 километров, а также модернизация подвижного состава. [1].

Металл - наиболее совершенный из материалов, применяемых при строительстве современных мостов. Металл обладает хорошими механическими качествами при различных условиях работы под нагрузкой. Вместе с тем он хорошо поддается обработке и позволяет образовывать элементы различной формы для конструкций разнообразных систем. Эти

качества способствовали широкому использованию металла для создания пролетных строений мостов [9,12].

При перекрытии больших пролетов металл оказывается единственным материалом для возведения мостового перехода. В настоящее время для металлических конструкций мостов применяют строительные углеродистые или низколегированные стали. Ведутся исследования по применению для мостов и более высокопрочных сталей, в частности термообработанных. Благодаря высокой прочности современных строительных сталей металлические мосты, несмотря на значительный объемный вес стали, оказываются наиболее легкими, что позволяет использовать металл для перекрытия пролетов, значительно превосходящих пролеты мостов из других материалов. Крупнейшие современные металлические мосты имеют пролеты, достигающие 1300м, в то время как железобетонными мостами перекрыты пролеты лишь до 300м [3,7,12].

Развитие металлургии, непрерывное улучшение качества строительных сталей и совершенствование методов изготовления металлических конструкций обеспечивают все условия для успешного и экономически оправданного применения металла в строительстве мостов.

Существенное преимущество металлических мостов заключается в индустриальности их изготовления и сборки. Металлические мосты обладают рядом важных особенностей и достоинств. Все элементы металлических конструкций мостов изготавливают на хорошо оборудованных заводах и доставляют на место постройки, где производят сборку [20].

Обоснование темы диссертации и его актуальность. В современном мостостроении при перекрытии средних и больших пролетов получили широкое распространение металлические мосты. По своей конструктивной схеме эти мосты отличаются большим разнообразием: от простых балочных до сложных пространственных систем в виде статически неопределимых

многопролетных ферм и комбинированных вантово-балочных систем. Чем сложнее использованная расчетная схема, тем сложнее выполнить анализ напряженно-деформированного состояния элементов с учетом всех внешних факторов, влияющих на работу конструкции

Использование сложных систем пролетных строений в условиях резко-континентального климата, результаты технического обследования состояния металлических мостов, эксплуатируемых в Узбекистане, делают весьма актуальным дальнейшее совершенствование методов расчета таких систем с учетом климатических особенностей эксплуатации.

Предмет и объект исследования. В Узбекистане в связи со строительством новой железнодорожной линии Карши – Гузар – Кумкурган возникает необходимость возведения больших мостов на участке Дехканабад-Байсун, который характеризуется высокой сейсмичностью и особыми климатическими условиями. Эти мосты по соглашению с Японской фирмой «JTC» будут построены из металла с применением неразрезных систем. Длина пролётов доходит до 70 м, а высота промежуточных опор до 50м. Определение усилий и напряжений в элементах конструкций с учетом местных условий представляет большой научный и практический интерес. В диссертационной работе проанализированы различные варианты схем мостов, обработана методика их анализа. Выполнен расчет наиболее сложного по своей расчетной схеме из пролетных строений на действие температурных воздействий на основании действующих строительных стандартов Республики Узбекистан. По результатам исследований выполнен анализ влияния годовых изменений температуры на напряженно-деформированное состояние системы.

Целью работы является изучение, анализ и обобщение результатов натурных обследований и инструментальных исследования

эксплуатируемых в климатических условиях Узбекистана металлических мостов различных конструкций

С целью изучения влияния годовых изменений температуры на напряженно-деформированное состояние пролетных строений проектируемых и строящихся в настоящее время мостов выполнить расчет системы в виде неразрезной пространственной фермы с металлическими опорами на действие температуры в самый жаркий и самый холодный месяцы года. Для выполнения расчета необходимо изучить и совершенствовать современные методы расчета сооружений. На основе анализа выполненных расчетов сделать выводы о влиянии температуры на работу элементов рассматриваемой конструкции.

Краткое описание используемых методов. Исследования показали, что в результате перепадов температур в летнее и зимнее время напряжения в ряде элементов могут изменяться на 14-17%, что необходимо учитывать при назначении размеров элементов конструкции. По полученным данным могут быть использованы при проверке выносливости элементов конструкции и прогнозировании срока службы сооружения.

Научная новизна диссертации состоит в том, что:

- обобщены результаты обследований и испытаний эксплуатируемых металлических мостов.

- совершенствованы способы расчета неразрезных пролетных строений на действие температуры на основе метода конечных элементов;

- разработаны рекомендации по выбору расчетной схемы на основе количественного анализа влияния годовых изменений температур с целью прогнозирования характера изменения напряженного состояния системы с течением времени.

Апробация работы и публикации. Основные результаты диссертации докладывались и обсуждались на конференциях аспирантов и магистрантов в

ТАДИ в 2008 г.г. По результатам проведенных исследований опубликованы 1 научные статьи.

Краткое содержание диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка литературы.

Общий объем диссертации 94 стр., содержится 3 таблицы, 15 иллюстрация и 30 наименование работ отечественных и зарубежных авторов.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, проводится общая методика исследования, излагается цель работы, научная новизна, практическая ценность работы, апробация работы и публикации, структура и объем работы, краткое содержание разделов диссертации.

В первом разделе приводится обзор отечественного и зарубежного опыта проектирования многопролетных металлических мостов, анализируются существующие металлические мосты стран СНГ и ближнего зарубежья. Рассматриваются современное состояние проектирование и расчета металлических мостов.

Во втором разделе рассматриваются опыт проектирования, эксплуатации и особенности обследования металлических мостов в Республики Узбекистан. Приведены результаты технического обследования и инструментального исследования существующего металлического моста через Тезаб-Дарья в области Кашкадарья, приводится характеристика и результаты обследуемого моста.

В третьем разделе приводятся значение планируемой скоростной автомагистрали Андижан – Ташкент – Нукус – Кунград для экономики Республики Узбекистан, изучение материалов проектов, постановление по новой дороге, анализ применяемых систем большепролетных мостов.

В четвертом разделе приведены исследование работы металлических неразрезных пространственных шарнирных ферм при температурных

воздействиях. С целью изучения влияния годовых изменений температуры на напряженно-деформированное состояние пролетных строений проектируемых и строящихся в настоящее время мостов выполнен расчет системы в виде неразрезной пространственной фермы с металлическими опорами на действие температуры в самый жаркий и самый холодный месяцы года. На основе анализа выполненных расчетов сделаны выводы о влиянии температуры на работу элементов рассматриваемой конструкции.

1. СИСТЕМЫ БОЛЬШИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТОВ

1.1 Современное состояние расчета и проектирование металлических пролётных строения мостов. Изучение литературных источников

Ввиду многообразия систем и конструкций металлических мостов четкая их классификация довольно затруднительна. Тем не менее, по статическим схемам главных несущих элементов пролетных строений, металлические мосты могут быть разделены на следующие основные системы: балочные; арочные, висячие.

В зависимости от статической схемы мосты могут быть: разрезные, неразрезные и консольные.

В мостах разрезной системы каждый пролет перекрыт самостоятельным пролетным строением, не связанным с соседними. Разрезность моста обеспечивает простоту и независимость работы каждого пролета.

Кроме того, разрезные пролетные строения удобны для изготовления и сборки [7].

Основной недостаток разрезных мостов – несколько большая затрата металла, так как в них не используется разгружающее влияние соседних пролетов или консолей, как в неразрезных или консольных мостах. Пролетные строения разрезных мостов легко поддаются типизации и стандартизации [7].

Неразрезные мосты, имеющие главные балки (фермы), перекрывающие два или несколько пролетов, благодаря совместной работе и разгружающему влиянию над опорных моментов требуют меньшей затраты материала, чем разрезные мосты. Вследствие того, что разгружающее действие соседних пролетов в наибольшей мере проявляется от постоянной нагрузки, экономия в затрате материалов по сравнению с разрезной системой возрастает с

увеличением пролетов моста. Неразрезные мосты обладают большей жесткостью по сравнению с разрезными пролетными строениями. Наконец, неразрезные мосты позволяют удобно применять навесной монтаж без подмостей [12].

В неразрезных фермах характерна та особенность, что вблизи промежуточных опор одновременно возрастают как усилия в поясах, так и раскосах. Поэтому узлы ферм у промежуточных опор и, в особенности, над опорными узлами требуют довольно развитой конструкции. Большие усилия от примыкающих к узлу опорных раскосов должны быть далее переданы опорным частям через узловые фасонные листы. Другая особенность неразрезных ферм заключается в том, что вследствие резкого уменьшения опорного момента недалеко от опор сильно нарушенные панели пояса оказываются рядом с малозагруженными, причем в этих же панелях (сходятся тяжелый пояс) имеются сильно работающие раскосы. Они отличаются от простых разрезных меньшими расчетными положительными моментами и прогибами, плавностью очертаний линий прогиба, меньшим числом деформационных швов и возможностью применения современных методов навесной сборки без усиления ферм, так как усилия в элементах при сборке в навес близки усилиям от расчетных нагрузок в период эксплуатации. В неразрезных пролетных строениях используют те же типы решеток, что и в простых фермах. Увеличение число пролетов в неразрезной схеме не приводит к существенной экономии металла, но увеличивает «температурный» пролет и тормозную силу, передаваемую на одну из опор [3,7,12,20].

Консольные мосты, как и неразрезные, дают возможность навесной сборки. Промежуточной по своим свойствам и условиям работы является консольная система. По затрате металла на пролетные строения она близка к неразрезной. Благодаря статической определенности просадки опор не

вызывают в ее главных балках (фермах) дополнительных напряжений. В связи с тем, что современная техника фондирования дает возможность устраивать надежные в отношении просадок опоры мостов даже в сложных грунтовых условиях, смысл применения консольных мостов в настоящее время отпал. Поэтому часто встречающиеся в старых мостах консольные системы теперь применяют в металлических мостах очень редко.

Металлические арочные мосты, являясь распорной системой, требуют меньшей затраты металла на пролетные строения, чем мосты балочных систем. Арочные мосты могут быть неразрезными и консольными, но, не имея ни технических, ни экономических преимуществ, эти системы не получили распространения.

Главная особенность висячих мостов заключается в том, что основными несущими их элементами служат кабели, цепи или ванты, выполняемые из высококачественной стали большой прочности. Висячие мосты могут быть и многопролетными (неразрезными); в таких мостах несущий кабель проходит непрерывно через несколько пролетов. Так как висячие мосты по сравнению с мостами других систем имеют меньшую жесткость, то их устраивают, как правило, на автомобильных дорогах и в городах. Случаи строительства висячих мостов, служащих для пропуска железнодорожной нагрузки, очень редки [17,20].

Кроме рассмотренных выше систем, в металлических мостах применяют также комбинированные системы, образованные из балок или (ферм), усиленных нижним дополнительным поясом в виде шпренгеля или гибкой арки. Комбинированные системы имеют ту особенность, что благодаря их статической неопределимости можно применять искусственное регулирование усилий в этих элементах, дающее экономию в затрате металла на конструкцию.

Выше приведен краткий перечень основных систем современных металлических систем.

Элементы конструкций металлических мостов рассчитывают по первому и второму предельным состояниям. При расчете по первому предельному состоянию определяют несущую способность элементов по прочности, выносливости, общей и местной устойчивости. Расчет по выносливости обязателен не только для железнодорожных мостов, но и для автодорожных и городских. При расчете стальных конструкций и их соединений учитывают: коэффициент надежности по назначению принимаемый равным 1,0; коэффициент надежности $\gamma_u = 1,3$ для элементов конструкций, рассчитываемых на прочность с использованием расчетных сопротивлений R_u . Коэффициент надежности по материалу γ_m ; коэффициенты условий работы m . Динамический коэффициент для временной вертикальной нагрузки принимают при расчете элементов: железнодорожных мостов, но не меньше 1,2 на прочность и не меньше 1,1 на выносливость; автодорожных и городских мостов. Значения динамических коэффициентов по этим формулам определяют для элементов металлических пролетных строений всех систем и элементов, объединенных железобетонной плитой, за исключением пилонов и главных ферм висячих мостов. Величину λ принимают для основных элементов равной длине пролета или длине загрузки линии влияния, если она больше пролета (в неразрезных и консольных мостах), а для элементов проезжей части и элементов, работающих на местную нагрузку, - равной длине загрузки линии влияния, соответствующей этим элементам. Горизонтальные нагрузки принимают без динамического коэффициента [12,13,15].

Строительные сооружения, преобладающее большинство металлических сооружений и конструкций выполняется из стали, которая в

современном строительстве остается одним из основных видов строительных материалов. Стремление перекрывать большие пространства выражено наиболее ярко в мостостроении. Особое положение в нем занимают так называемые висячие сооружения – самые эффективные при перекрытии акваторий огромных размеров.

Отечественное мостостроение во второй половине XX века сделало новый скачок и вышло на мировой уровень проектирования пролетных строений железнодорожных и совмещенных мостовых переходов, применив, в конечном итоге, клепаные и болтосварные однопролетные фермы с пролетом до 145,6 м, неразрезные системы, собираемые навесным способом в пролетах до 176 м и консольные системы, перекрывающие пролеты до 230м.

В современном мостостроении основные конструкции металлических мостов выполняются из мягких и низколегированных сталей; в отдельных случаях из сплавов алюминия. Для конструкций ж/д. металлических мостов с пролётами до 80 м и мосты на автомобильных дорогах с пролётами до 300 м обычно применяют сплошные металлические балки постоянной или переменной высоты. Металлические пролётные строения в виде сквозных ферм могут применяться для больших пролётов (свыше 500м). Сквозные фермы более экономичны, но сложнее в изготовлении и сборке, чем сплошные балки. Для устройства ж/д. пути или авто проезда между фермами укладывают продольные и поперечные балки проезжей части, а по ним железобетонную плиту проезжей части или ж/д. путь [29,30,31].

Металлические арочные мосты сооружают для перекрытия пролётов до 500 м (при наличии прочных грунтов в основании). Чаще всего их строят в гористой местности. Один из крупнейших арочных М. (М. через р. Влтава в Чехословакии, 1967) имеет пролёт около 320 м.

Для перекрытия пролётов, превышающих 1000 м (например, при пересечении устьев глубоких рек, морских заливов и проливов, где строительство большого числа опор сложно и неэкономично), строят висячие м. Кабели их выполняют из высокопрочных стальных проволок, расположенных параллельно или свитых в тросы. Пилоны висячего м. обычно коробчатые, металлические, иногда их делают железобетонными. Наибольший пролёт (1298 м) имеет висячий м. через бухту Веррацано-Нарроус (США, 1964).

В современной мировой практике максимальная длина пролета приближается к двухкилометровому рубежу и составляет 1991 м. В условиях рельефа Узбекистана, где нам доступны менее обширные пространства, в которых целесообразнее использование металлических мостовых сооружений с пролетами в 100–200 м [29,30].

Чугунный арочный мост через р.Северн в Англии, построенный в 1779 г., открыл новую эпоху в истории мирового мостостроения. Развитие мостостроения в этот период связано с именем английского инженера Томаса Тельфорда. Главным его сооружением считается висячий металлический мост на р. Мереей в Уэлсе, построенный в 1826 г. Это цепной мост из сварочного железа с пролетом 176,5 м (наибольшим для того времени) имел 16 цепей, несущих проезжую часть шириной 8,5 м. В дальнейшем Т.Тельфорд усовершенствовал конструкцию висячих металлических мостов с несущими цепями из сварочного железа и применял ее в Конвейском мосту, построенном в 1826 г. в Англии. Несомненным этапом в истории мостов явилось строительство в 1845 г. инженером У-Т. Кларком моста через Дунай в Будапеште. Мост имел рекордный пролет - 202,4 м при общей длине 400 м и ширине проезжей части с тротуарами 14 м. В этом сооружении получили дальнейшее развитие идеи г.Тельфорда, но уже на базе научных исследований конструкций висячих мостов на специальных моделях. В 1850

г. Р.Стэфенсоном было закончено строительство моста Британия через Менэйский пролив. Ко второй половине XIX в. сформировались основные системы металлических мостов. Большое распространение получили в этот период решетчатые балочные фермы самых разнообразных очертаний. Они пришли на смену фермам со сплошной стенкой. Широко применялись разрезные, неразрезные и консольно-подвесные системы с параллельными и полигональными поясами.

Существенный вклад в развитие большепролетных конструкций внесли североамериканские инженеры, которым часто приходилось строить мосты через широкие полноводные реки. В 1898 г. инженером Л.Бук был построен арочный мост через р.Ниагару с пролетом 256 м. Однако особенное распространение получают в США висячие мосты. За короткий промежуток времени в г. Нью-Йорке строится два висячих моста: в 1883 г. - знаменитый Бруклинский мост с пролетом 486,5 м, а вскоре - Манхеттенский с пролетом 448 м [29,30,31].

1.2 Анализ опыта эксплуатации металлических мостов за рубежом

Мировой опыт показывает что, на примере Японии металлические неразрезные многопролетные мосты являются сооружениями, обеспечивающими достаточную безопасность и надежность в зонах повышенной сейсмичности. Металлические неразрезные сооружения позволяют перекрывать большие пролеты. Иногда невозможно в русле устроить промежуточную опору или её строительство будет экономически не целесообразным. В этом случае, обосновано использовать строительство металлических мостов неразрезных систем.

Неотъемлемой частью разработки проекта любого уникального сооружения является накопление и анализ информации по имеющемуся отечественному и мировому опыту реализации аналогичных задач.

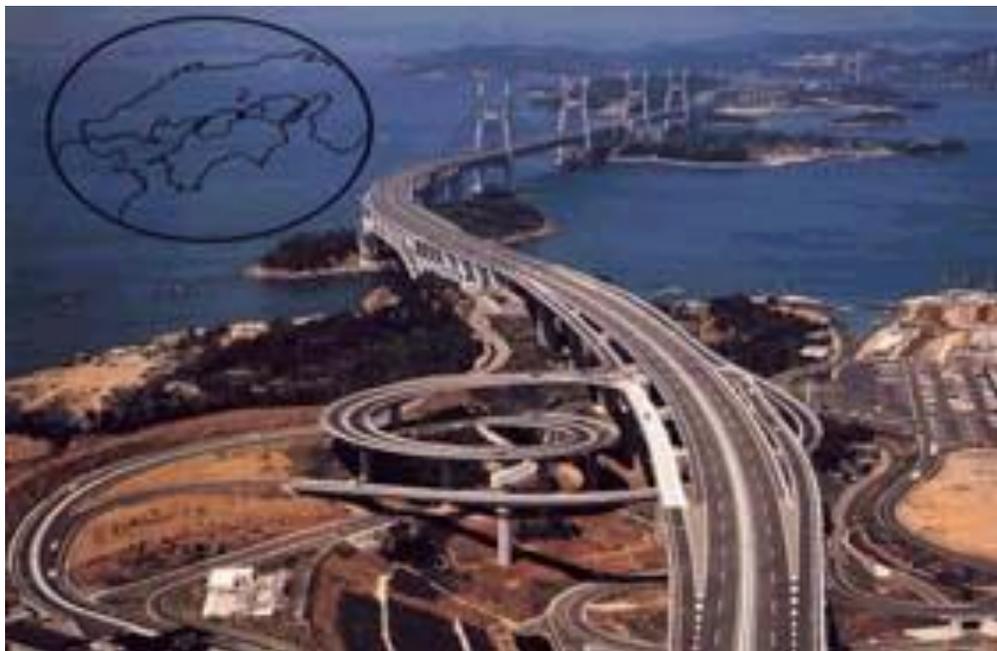


Рис. 1.1. Мост в Японии

Территориально разорванная страна (Япония является архипелагом, состоящим из 3900 островов, который дугой протянулся на 3200км) с бурно развивающейся экономикой и относительно небольшой долей населения, вовлеченного в общественное производство, Япония особенно остро ощущает недостатки своего островного географического положения. В 1970 году для проектирования мостовых переходов через Внутреннее Японское море на трех магистралях (рис.1.1), связывающих острова Хонсю и Сикоку, в Японии была создана Honshu-Shikoku Bridge Authority (HSBA) корпорация.

Прежде всего, следует обратить внимание на мостовой переход на магистрали Коджима - Сакайде, так как на нем представлена широкая гамма различных систем и, главное, предусмотрено движение не только автомобильного, но и железнодорожного транспорта [29,30,31].



Рис.1.2. Однопролетный висячий мост в Симоцуи – Сето, Япония



Рис.1.3. Мост Хицусизима в Японии

Строительные работы были начаты в 1976 году. Открытие трассы состоялось в 1988 году. На ней построили 9 мостов: первый со стороны о. Хонсю - висячий мост Симоцуи - Сето по схеме 230+940+230м (см. рис.1.2), второй - многопролетный двухъярусный путепровод Хицусизима длиной



Рис. 1.4. Мост Иосима с двух- и трехпролетной неразрезной фермой 1316м, третий и четвертый - два одинаковых моста Хицусизима и Ивакурозима по схеме 185+420+185м (см. рис.1.3), пятый мост Иосима с неразрезной многопролетной двухъярусной сквозной фермой общей длиной 877м (рис.1.4), шестой - многопролетный двухъярусный путепровод Иосима длиной 717м, седьмой и восьмой - два одинаковых висячих моста Кита-Бизан-Сето и Минами-Бизан-Сето по схеме 274+1100+274м и, наконец, девятый - комбинированный многопролетный двухъярусный путепровод Банносу.

Виадук Мийо (le Viaduc de Millau) — вантовый автодорожный мост, проходящий через долину реки Тарн вблизи города Мийо (Франция) (рис.1.5). Это самый высокий транспортный мост в мире, одна из его опор имеет высоту 341 метр — немного выше, чем Эйфелева башня, и всего на 40

метров ниже, чем Empire State Building. Мост был торжественно открыт 14 декабря 2004 года и открыт для движения 16 декабря 2004 года. Мост проходит по внутренней стороне периметра природного парка Большое плато.



Рис.1.5. Виадук Мийо (le Viaduc de Millau), Франция

Виадук Мийо состоит из восьмипролётного стального дорожного полотна, поддерживаемого восемью стальными колоннами. Дорожное полотно весит 36 000 тонн, имеет длину 2460 метров, ширину 32 метра и глубину 4,2 метра. Каждый из шести центральных пролётов имеет длину 342 метра, два крайних — по 204 метра длиной [29,30].



Рис.1.6. Мост через р. Иртыш в г. Ханты-Мансийске.

Автомобильный мост через р. Иртыш в г. Ханты-Мансийске построен в 2004 г.

Сооружение относится к разряду внеклассных мостов. Его русловая часть представляет собой уникальное, не имеющее в России аналогов, стальное неразрезное пролетное строение комбинированной системы типа "арка-ферма-балка".

Мост состоит из 14 пролетов и имеет общую длину 1315,9 м, что делает его вторым по величине в Ханты-Мансийском автономном округе после моста через реку Обь в районе г. Сургута, длина которого превышает два километра. Сооружение запроектировано ОАО "Трансмост" и построено Мостоотрядом № 29 Мостостроя-11 под две полосы движения (по одной полосе для каждого направления). Мост рассчитан под автомобильную нагрузку А11 и колесную нагрузку НК-80 (СНиП 2.05.03-84*). Мост состоит из трех частей - левобережной, русловой и правобережной, представляющих

собой неразрезные плети, и имеет следующую продольную схему: $(3 \times 70) + (94,5 + 136,5 + 231 + 136,5 + 94,5) + (5 \times 70 + 49)$ м. Левобережная часть моста (со схемой 3×70 м) построена в плане на прямой, русловая ($94,5 + 136,5 + 231 + 136,5 + 94,5$ м) - на прямой и на переходной кривой, а правобережная (выполненная по схеме $5 \times 70 + 49$ м) - на двух переходных кривых и круговой кривой с радиусом 300 м. Центральная часть моста, расположенная между подходными эстакадами, представляет собой уникальную неразрезную систему комбинированную систему, в которой главный пролет длиной 231 м с ездой понизу представляет собой неразрезную решетчатую арку с гибкой затяжкой и симметрично сопрягающиеся с ней решетчатые балочные пролетные строения, переходящие в крайних пролетах в сплошностенчатые балки с ездой поверху, подпругой и шпренгелем которых являются элементы главных ферм смежных пролетов. Габарит проезжей части моста - 11,5 м, включая две полосы безопасности по 2 м по краям автопроезда.



Рис.1.7. Мост Taisho-ku в г.Осака (Япония)

Изогнутый трёхпролётный мост с неразрезными коробчатыми стальными пролётными строениями. Общая длина 1573 м. Центральный пролёт 250 м. Построен в 1994 г. Это самый большой изогнутый мост в Японии [31].

2. ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОСОБЕННОСТИ ОБСЛЕДОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МОСТОВ В РУЗ.

В процессе работы над диссертацией был изучен и обобщен опыт расчёта, проектирования и обследования ТашИИТ, ТяжПром. В настоящее время эти организации принимают непосредственное участие в проектировании больших металлических мостов. Кроме этого проводят обследования, испытания и планомерное исследование эксплуатируемых металлических и железобетонных мостов на дорогах Республики Узбекистан. В настоящее время в Республике Узбекистан эксплуатируется более 50-ти металлических мостов.

Мировой опыт эксплуатации мостов показывает, что при удовлетворительном их содержании срок эксплуатации железнодорожных мостов может достигнуть 100 и более лет. Обеспечение долгосрочной службы искусственных сооружений их безопасность, надежность играет немаловажную роль в народном хозяйстве нашей Республики. В этом плане обследование действующих сооружений, обеспечение их работоспособности, своевременное выявления и устранения дефектов – является задачей номер один. Из-за возраста сооружений (год ввода в эксплуатацию) не одинаковых условий эксплуатации (с учетом климатических условий различных регионов Республики и большого перепада температур) и возросших требований пропорционально возрастает актуальность проведения своевременных нормативно обозначенных обследований [3,11,12,16].

Цель обследования мостов:

- определения технического состояния сооружения;
- выявление дефектов снижающих грузоподъемность, долговечность, безотказность мостов и безопасность движения;

- проверка качества содержания сооружения;
- разработка предложений по устранению повреждений;
- обеспечение нормального режима эксплуатации сооружения.

Цель обследования – получение всех необходимых данных для определения их грузоподъемности и условий эксплуатации. Перед обследованием сооружения нужно собрать и тщательно изучить все имеющиеся материалы, относящиеся к данному сооружению: проектную и исполнительную документацию, исторические данные, акты, отчеты о проводившихся ранее обследованиях и испытаниях и др [4,10,11].

Объем обследования зависит от состояния пролетного строения, наличия и полноты проектно-исполнительной документации и материалов ранее проведенных обследований. Особое внимание при обследовании мостов необходимо уделять наиболее слабым по грузоподъемности элементам и узлам, в которых ранее отмечались повреждения, а также состоянию мостового полотна.

- При обследовании металлических конструкций мостов внешним осмотром выявляют наличие коррозии металла, а также дефекты и повреждения элементов, стыков и креплений (погнутости, вмятины, местные ослабления, трещины, разрывы, неплотности, слабые заклепки, незатянутые болты и др.). Внутренние дефекты сварных швов выявляют с помощью неразрушающих методов обследования (ультразвуковая дефектоскопия, радиографические и акустические методы).

- При наличии коррозии металла непосредственными замерами устанавливают степень ослабления сечения элементов. По ослаблениям определяют также скорость протекания процессов коррозии.

- Во всех стальных конструкциях проверяют состояние их окраски; при этом выявляют количество и качество слоев краски, сцепление краски с металлом и состояние металла под краской.

- Трещины в металлических конструкциях (особенно в сварных, для которых развитие трещин не ограничивается отдельными элементами сечения – уголками или листами) представляют значительную опасность для сооружения. Поэтому при обследовании обращают особое внимание на обнаружение трещин, в случае их выявления выясняют причины их образования, оценивают их опасность для несущей способности, а также дают указания по срочной нейтрализации трещин.

- Причинами образования трещин могут быть:

- а) концентрация напряжений;
- б) остаточные напряжения от сварки;
- в) усталостные явления;
- г) повышенная хладноломкость металла.

Эти причины могут сказываться самостоятельно, однако обычно имеет место влияние нескольких факторов.

Наиболее часто образование трещин происходит в местах концентрации напряжений. Поэтому при обследовании на такие места обращают особое внимание.

Большое влияние на образование трещин оказывают остаточные напряжения сварки, которые в околошовной зоне могут достигать предела текучести стали. В связи с этим большое внимание уделяют местам, насыщенным сваркой (обваренным по контуру накладкам, узлам элементов и т.п.).

При обследовании заклепочных соединений обращают особое внимание на заклепки в узлах и стыках главных ферм, а также на заклепки в прикреплениях элементов проезжей части.

При осмотре стальных конструкций с болтовыми соединениями проверяют целостность болтов и надежность соединений: степень натяжения

болтов и плотность прилегания головок болтов и гаек к соединяемым элементам [11,29].

После выполнения обследования выполняется поверочный расчёт сооружения с учётом реального состояния его элементов для окончательной проверки прочности с учётом всех внешних факторов.

2.1. Техническое обследование и инструментальное исследование эксплуатируемого металлического моста через реку Тезаб-Дарья.

Характеристики обследуемого металлического моста

Целью работы был:

- а) произвести детальное обследование конструкций моста и выявить повреждения и дефекты изготовления и монтажа конструкций.
- б) дать анализ выявленных повреждений и дефектов конструкций.
- в) произвести оценку технического состояния конструкций моста.
- г) произвести испытание пролетных строений.
- д) определить возможность дальнейшей эксплуатации моста.

Наименование объекта: Мост через реку Тезаб-Дарья.

Место размещения объекта: 108+173 км линии Карши-Китаб.

Год завершения строительства: 1915г. Проектная организация: не установлена.

Мост через реку Тезаб-Дарья расположен на 108+173 км линии Карши-Китаб и построен в 1915 году под один путь по схеме 9,32+34,0+9,32 м. Отверстие моста 32,0 м, расстояние между задними стенками устоев 59,64 м, между шкафными стенками устоев – 55,44 м. Мост расположен на прямой на площадке. Первоначально все три пролетные строения моста были металлические: крайние пролеты - со сплошной стенкой, средние – сквозные фермы с полигональными нижними поясами. В 1988 году крайние пролеты

были заменены на железобетонные пролетные строения длиной 9,85 м. Общий вид моста показан на рис.2.1.

Детальному обследованию подверглось металлическое пролетное строение. Металлическое пролетное строение с расчетным пролетом 34,0м изготовлено в 1915г. по расчетным нормам 1907г. из литого железа. Пролетное строение состоит из двух сквозных ферм с треугольной решеткой и полигональным нижним поясом. Продольные связи имеются в плоскостях верхнего и нижнего поясов, поперечные связи – в плоскости каждой стойки. Проектные материалы по пролетному строению отсутствуют [18].

Железобетонные пролетные строения полной длиной 9,85м, типовые, изготовлены в 1988г. под расчетную нагрузку С14. Пролетные строения ребристые с пониженной строительной высотой и с расчетным пролетом 9,25м. Опоры моста – устои раздельного типа, состоят из обсыпного массивного, берегового быка и пролетного строения, перекрывающего пролет между устоем и быком.



Рис.2.1. Мост в Кашкадарьинской области Узбекистана.

Подферменники железобетонные. Опорные части металлического пролетного строения - катковые. Неподвижная опорная часть расположена на промежуточной опоре со стороны ст.Карши, а подвижная- на промежуточной опоре со стороны ст.Китаб. Опорные части железобетонных пролетных строений – тангенциальные. Подвижные опорные части расположены на устоях, неподвижные – на промежуточных опорах. Счет опор, пролетных строений и узлов металлической фермы ведется со стороны ст.Карши по ходу километров. Направление течения реки, считая по ходу километров, - справа налево.

В месте мостового перехода Тезаб-Дарья прорезает слой лессового грунта, подстилаемого галечником. Русло реки неширокое, глубины воды в реке в месте мостового перехода не превышает 1,0м, течение реки спокойное.

Отверстие моста достаточно для пропуска паводковых вод. Регуляционные сооружения отсутствуют [18].

2.2. Результаты обследования моста

Каждая ферма металлического пролетного строения имеет 10 панелей, длина крайних и средних панелей по 3,4м. Высота ферм на опоре равна 2,10м, в пролете – 4,44м. Расстояние между осями ферм 2,4м. Главные фермы объединены в пространственную систему при помощи продольных и поперечных связей. Продольные связи имеются в плоскости верхнего и нижнего поясов; диагонали связей уголкового сечения: в крайних панелях – спаренных уголков, в средних – из одиночных.

Поперечные связи между фермами состоят из диагоналей уголкового сечения и распорок в уровне верхнего и нижнего поясов ферм. Распорки связей – двутаврового и z-образного сечения со сквозным заполнением.

Верхние и нижние пояса ферм двустенчатые коробчатого сечения. Стойки ферм двухветвевые. Соединительная решетка стоек крестовая из уголковых распорок и диагоналей плоского сечения. Ветви опорных стоек составлены из

4-х уголков, объединенных вертикальным листом и крестовой связью из плоских планок. Раскосы также двухветвевые, соединительная решетка раскосов треугольная из уголков. Соединение элементов главных ферм в узлах нижнего и верхнего поясов выполнено при помощи фасонки (вставок), расположенных в плоскости вертикальных листов поясов.

При обследовании установлено:

- трещин и расслоений в металле нет;
- слабые или отсутствующие заклепки не обнаружены, но имеются заклепки с дефектными головками;
- имеется искривление вертикального листа коробки нижнего пояса со стороны пролета в панели 8-10 правой фермы; стрела изгиба в сторону пролета 15 мм.
- коробки нижнего пояса загрязнены, видима из-за скопления воды в средних панелях ферм, в связи с этим горизонтальные листы нижнего пояса корродированы. Некоторые отверстия для отвода воды закупорены;
- в раскосе Р9'-10 правой фермы отсутствует нижняя планка соединительной решетки.
- в результате коррозии имеется выпучивание элементов продольных связей верхнего и нижнего поясов в крайних панелях фермы, а также соединительных планок раскосов;

По результатам нивелирования, перекося ферм не превышает 5мм по всей длине пролетного строения [10,18].

Железобетонные пролетные строения полной длиной 9,85м, расчетная длина 9,25м, фактическая прочность бетона пролетных строений, замерянная

при обследовании, соответствует классу В30 (М400). При обследовании дефектов и повреждений, снижающих несущую способность железобетонных пролетных строений, не обнаружено. Имеются лишь трещины усадочного характера и следы выщелачивания бетона на нижних и боковых поверхностях балок.

Обследование показали, что состояние опор удовлетворительное, имеются лишь небольшие трещины в штукатурном слое, следы выщелачивания и незначительный скол бетона подферменной площадки береговой опоры со стороны ст.Карши. Необходимо скол в подферменной площадке омонолитить полимерцементным раствором.

По результатам обследования состояния опорных частей металлического пролетного строения удовлетворительное. Проверка положения подвижных опорных частей при температуре воздуха 34⁰С показала, что максимальное фактическое отклонение оси балансира от оси опорной плиты составило 7,8 мм для правой фермы и 7,0 мм для левой фермы.

Выводы и рекомендации по результатам обследования

Результаты поверочных расчетов показали, что прочность несущих элементов обеспечена.

Необходимо:

- выправить искривленный вертикальный лист нижнего пояса в панели 8-10;
- установить отсутствующую соединительную планку в раскосе Р9'-10 правой фермы;
- коробки нижних поясов ферм очистить от грязи и не допускать скопления воды. Корродированные горизонтальные листы нижнего пояса очистить от коррозии;

- в местах выпучивания элементов удалить ржавчину из щели на глубину не менее 1 см и загерметизировать щель эпоксидными компаундами;
- все элементы ферм очистить от старого слоя краски и коррозионного налета металлическими щетками и выполнить окраску за 2 раза.

Необходимо поверхности балок очистить от следов выщелачивания и затереть цементно-песчаным раствором.

Выводы по второму разделу:

1. Результаты обследования показали, что на состояние элементов металлических конструкций существенное влияние оказывают температурно-климатические условия.

2. Для проверки прочности и установления реальной несущей способности эксплуатируемого мостового перехода необходимо совершенствование методов расчёта металлических пролетных строений мостов с учётом всех внешних факторов.

3. ЗНАЧЕНИЕ ПЛАНИРУЕМОЙ СКОРОСТНОЙ АВТОМАГИСТРАЛИ АНДИЖАН – ТАШКЕНТ – НУКУС – КУНГРАД ДЛЯ ЭКОНОМИКИ РУЗ

Учитывая историческую важность Великого Шелкового Пути, в последние годы для его восстановления многое сделано Правительствами многих стран мира.

В апреле 1997 года на Международном совещании, посвященном строительству железной дороги и реконструкции автомобильной дороги Андижан–Ош–Кашгар, проведенного в г. Ташкенте под эгидой ООН, парафировано трехстороннее соглашение между Правительством Китайской Народной Республики, Правительством Кыргызской Республики и Правительством Республики Узбекистан о международном автомобильном сообщении.

На Бакинской конференции (Азербайджан, сентябрь 1998 г.), посвященной развитию Транскавказского коридора, подписаны декларация, а также четырехстороннее соглашение о международном транспорте по развитию коридора Европа-Кавказ-Азия между Правительствами Азербайджана, Грузии, Туркменистана и Республики Узбекистан.

В феврале 1998 года подписано Соглашение между Правительством Китайской Народной Республики, Правительством Кыргызской Республики и Правительством Республики Узбекистан о международном автомобильном сообщении, а в апреле того же года Соглашение между Правительством Республики Узбекистан и Правительством Кыргызской Республики о проектировании, реконструкции и эксплуатации автомобильной дороги "Ташкент– Ош-Иркештам".

В целях практической реализации этих Соглашений выполнен большой объем работ в нашей стране. Сданы в эксплуатацию тоннели на перевале

Камчик и Резак автомобильной дороги А-373 «Ташкент–Ош–Иркештам». Построены 3 мостовых перехода, 11 водопропускных сооружений.

Необходимо отметить тот факт, что такие же работы проводятся в Китайской Народной Республике и в Кыргызской Республике. Открыт КПП Иркештам. Китайской Народной Республикой высокими темпами осуществляются работы по строительству автомобильной дороги Улугчат–Иркештам, которая в свою очередь выведет всех участников проекта восстановления Великого Шелкового Пути к системе скоростных дорог КНР и ее южным портам.

5 апреля 1999 года в г. Ташкенте проведено рабочее совещание руководителей морских портов и транспортных министерств Китайской Народной Республики, Азербайджанской Республики, Грузии, Исламской Республики Иран, Кыргызской Республики, Туркменистана и Республики Узбекистан. По итогам этого совещания был подписан Совместный протокол ускорения развития материкового транспорта по созданию Современного Шелкового Пути по маршруту Ляньюньган через "Кашгар–Ташкент–Туркменбаши–Баку–Поти / Батуми–Констанца" до Роттердама. Также был рассмотрен вопрос о возможности увязки и взаимодействия трехстороннего (КНР, Узбекистан, Кыргызстан) и четырехстороннего (Узбекистан, Туркменистан, Азербайджан, Грузия) межправительственных Соглашений.

Интерес к этому маршруту проявляет и Правительство Японии. Доказательством тому является совместное заявление Глав Правительств КНР и Японии о создании трансконтинентального моста Азия–Европа, подписанное 26 ноября 1998 г в Токио.

20-22 сентября 1999 года в г. Ташкенте проводилась очередная международная конференция по реабилитации Шелкового Пути, на которой была принята декларация, определяющая конкретные шаги по реализации проекта восстановления транспортного коридора Шелкового Пути. На этой

конференции страны-участницы были информированы о начале работ по проектированию строительства скоростной автомобильной дороги, проходящей через весь Узбекистан с Востока на Северо-запад по кратчайшему направлению, связывая Китай и порты Каспийского моря.

Развитие международных перевозок, их интенсивный ежегодный рост, а также прогнозы развития мировой экономики в следующем столетии требуют коренным образом изменить техническую, технологическую, экологическую и социально-экономическую политику в отношении транспортных коридоров, в частности, их транспортно-эксплуатационных свойств. В этом плане примером может служить опыт строительства системы скоростных дорог в Германии, США, Японии, а также большими темпами идущее в настоящее время строительство скоростных дорог в Китае. Тут поучителен девиз КНР «Войти в 21 век с развитой системой скоростных дорог».

В нашей Республике Правительством последовательно осуществляется огромная работа по подъему народного хозяйства на высокий уровень, его интеграции в мировую экономику. В этом направлении одной из важнейших задач является развитие собственных коммуникаций. Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан «О проектировании строительства скоростной автомагистрали Андижан–Ташкент–Нукус–Кунград» предусмотрена реализация данной проблемной задачи.

Отсутствие прямого выхода к морю и удалённость страны от мировых океанов и необходимости развития торгово-экономических и культурных связей с другими государствами остро поставило вопрос развития собственных транспортных коммуникаций путем обеспечения транзитного движения через нашу Республику. Поэтому Президент нашей страны И.А.Каримов с первых же лет независимости начал заботиться об удобных и кратчайших путях на мировой рынок для Узбекистана.

Стремление иметь пути, ведущие во все страны мира, есть не только у Узбекистана, но и у всех государств Центральной Азии и Кавказа. В решении данного вопроса руководство нашей Республики выбрало путь развития исторически существовавших маршрутов транспортирования, подтверждением чего является Великий Шелковый Путь, являющийся одним из лучших достижений развития человечества. И сегодня этот маршрут рассматривается в контексте Трансконтинентального моста между Европой и Азией.

В течении многих тысячелетий Великий Шелковый Путь соединял города и страны Евразии, создал условия для экономических и культурных связей, позволил народам умножать материальное и духовное богатство. В этом аспекте территория Узбекистана играла важную роль.

Возрождение Великого Шелкового Пути не только позволит нашей стране решать экономические задачи, но и восстановить его былое значение, как важный перекресток на этом пути.

Учитывая степень существующей и прогнозируемой интенсивности движения, в особенности многотоннажного транзитного транспорта, который развивается в связи с политическими и экономическими реформами в Центральной Азии, Правительство Республики Узбекистан приняло решение о восстановлении и усовершенствовании этой транспортной связи на уровне международных стандартов.

Кроме того, одним из важных факторов, философией возрождения этой дороги является: создание новых рабочих мест, открытие новых месторождений полезных ископаемых, установление новых туристических маршрутов, миграция населения Ферганской долины в менее населенные места, рациональное использование существующих земель.

Предпосылки создания проекта. Учитывая историческую важность Великого Шелкового Пути, Правительствами разных стран мира в последние годы многое сделано для его восстановления.

Свидетельством тому является проведение ряда совещаний на высоком уровне, где подписаны основополагающие документы, направленные на улучшение транзитного движения.

В апреле 1997 года на Международном совещании, посвященном строительству железной дороги и реконструкции автомобильной дороги «Андижан–Ош–Кашгар», проведенного в г. Ташкенте под эгидой ООН, парафировано трехстороннее соглашение между Правительством Китайской Народной Республики, Правительством Кыргызской Республики и Правительством Республики Узбекистан о международном автомобильном сообщении.

На Бакинской конференции (Азербайджан, сентябрь 1998 г.), посвященной развитию Транскавказского коридора, подписаны декларация, а также четырехстороннее соглашение о международном транспорте по развитию коридора «Европа-Кавказ-Азия» между Правительствами Азербайджана, Грузии, Туркменистана и Республики Узбекистан.

В феврале 1998 года подписано Соглашение между Правительством Китайской Народной Республики, Правительством Кыргызской Республики и Правительством Республики Узбекистан о международном автомобильном сообщении, а в апреле того же года Соглашение между Правительством Республики Узбекистан и Правительством Кыргызской Республики о проектировании, реконструкции и эксплуатации автомобильной дороги "Ташкент–Ош-Иркештам".

В целях практической реализации этих Соглашений подразделениями концерна «Узавтойул» выполняются большие объемы работ. В сложных климатических условиях высокогорья без остановки движения

автотранспортных средств реконструирован участок автомобильной дороги «Ташкент-Ош» между городом Ангреном и Ханабад. Также в краткие сроки были построены и введены в эксплуатацию автодорожные тоннели на перевалах «Камчик» и «Резак», тем самым положено начало возрождению Великого Шелкового Пути.

Необходимо отметить тот факт, что такие же работы проводятся в Китайской Народной Республике и в Кыргызской Республике. Открыт КПП Иркештам. Китайской Народной Республикой высокими темпами осуществляются работы по строительству автомобильной дороги «Улугчат–Иркештам», которая в свою очередь выведет всех участников проекта восстановления Великого Шелкового Пути к системе скоростных дорог КНР и ее южным портам.

5 апреля 1999 года в г. Ташкенте проведено рабочее совещание руководителей морских портов и транспортных министерств Китайской Народной Республики, Азербайджанской Республики, Грузии, Исламской Республики Иран, Кыргызской Республики, Туркменистана и Республики Узбекистан. По итогам этого совещания был подписан Совместный протокол ускорения развития материкового транспорта по созданию Современного Шелкового Пути по маршруту Ляньюньган через "Кашгар–Ташкент–Туркменбаши–Баку–Поти/Батуми–Констанца" до Роттердама. Также был рассмотрен вопрос о возможности увязки и взаимодействия трёхстороннего (КНР, Узбекистан, Кыргызстан) и четырехстороннего (Узбекистан, Туркменистан, Азербайджан, Грузия) межправительственных Соглашений.

Огромный интерес к этому маршруту проявляет и Правительство Японии. Доказательством тому является совместное заявление Глав Правительств КНР и Японии о создании трансконтинентального моста Азия–Европа, подписанное 26 ноября 1998 г в столице Японии Токио.

20-22 сентября 1999 года в г. Ташкенте проводилась очередная международная конференция по реабилитации Шелкового Пути, на которой была принята декларация, определяющая конкретные шаги по реализации проекта восстановления транспортного коридора Шелкового Пути. На этой конференции страны-участницы были информированы о начале работ по проектированию строительства скоростной автомобильной дороги, проходящей через весь Узбекистан с востока на северо-запад по кратчайшему направлению, связывая Китай и порты Каспийского моря.

Развитие международных перевозок, их интенсивный ежегодный рост, а также прогнозы развития мировой экономики в следующем столетии требуют коренным образом совершенствовать техническую, технологическую, экологическую и социально-экономическую политику в отношении транспортных коридоров, а также улучшить их транспортно-эксплуатационные свойства. В этом плане примером может служить опыт строительства системы скоростных дорог в Германии, США, Японии, а также большими темпами идущее в настоящее время строительство скоростных дорог в Китае. Тут поучителен девиз КНР «Войти в 21 век с развитой системой скоростных дорог».

В нашей Республике Правительством последовательно осуществляется огромная работа по подъему народного хозяйства на высокий уровень, его интеграции в мировую экономику. В этом направлении одной из важнейших задач является развитие собственных коммуникаций. Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан «О проектировании строительства скоростной автомагистрали Андижан–Ташкент–Нукус–Кунград» предусмотрена реализация данной проблемной задачи.

Цель и актуальность проекта. Основной целью технико-экономического обоснования строительства скоростной автомагистрали является поиск новых путей и возможностей интеграции транспортных систем, налаживание

транспортно-коммуникационного коридора Азии и Европы, развитие современной транснациональной дорожной инфраструктуры региона Великого Шелкового Пути.

Новая скоростная автомагистраль также будет способствовать экономическому и социальному развитию нашего государства, обеспечивая последовательное и стабильное повышение уровня жизни народа Новое транспортное сообщение:

- обеспечит новые рабочие места в строительной, добывающей и перерабатывающей отрасли, сельском хозяйстве, лёгкой и тяжёлой промышленности, а также в частном секторе;
- послужит миграции людских ресурсов с густонаселенных регионов в менее заселённые регионы;
- будет способствовать освоению новых земель для сельского хозяйства, рациональному использованию существующих земель, повысится значимость земель в ценовом смысле и в итоге поднимется уровень сельского хозяйства. Налогообложение ценных земель пополнит бюджет новыми поступлениями;
- даст импульс развитию лёгкой промышленности и будет достигнут постепенный переход аграрных регионов в промышленность;
- даст большие возможности для развития бурными темпами предпринимательской деятельности в сфере услуг, туризма, лёгкой промышленности и т.д.;

- откроет большие возможности развитию туризма и туристической индустрии, которая будет приносить большие пополнения в государственный бюджет. К примеру, в США этому фактору дали следующую характеристику: ...«туризм как растущий фактор экономики, несмотря на высокие цены, будет развиваться в тех регионах, где имеется развитая система скоростных дорог»;
- будет способствовать открытию и освоению новых месторождений полезных ископаемых, развитию обрабатывающей промышленности, металлургии и машиностроения. Будет наблюдаться равномерное развитие промышленности во всех регионах страны;
- осуществится приток новых технологий в отрасли по добыче, обработке природных и минерально-сырьевых ресурсов;
- функционирование скоростной автомагистрали с выходом в Европу, Азию и соседние страны, даст большой импульс в ориентации предприятий во всех странах и сферах производства на формирование экспортоориентированных и импортозамещающих производств. Будет повышать экспортный потенциал республики, что даст возможность расширить её торговые связи. Почти во всех регионах вблизи скоростной автомагистрали будут созданы экспортоориентированные промышленные зоны.

Самое главное, данная скоростная автомагистраль обеспечит цельную, независимую сеть передвижения грузов по всей территории Республики, исключая какой-либо вынужденный проезд по территории соседних стран.

Интенсивное развитие внутригосударственного и международного транспорта на существующих дорогах в перспективе повлечёт за собой транспортную перегрузку на них. С этим связаны потери времени в пути, увеличение аварийности, повышенный износ и увеличение затрат по содержанию дорог. Необходимо неотложное решение вопросов по развитию

и совершенствованию сети существующих дорог и строительство новых, включая названную автомагистраль.

ТЭО строительства скоростной автомагистрали «Андижан – Ташкент – Нукус – Кунград» было разработано с целью уточнения и обсуждения всех аспектов реализации данного строительства, необходимых для оценки их сложности, обоснованности и реализуемости, оно должно служить основой выполнения основного решения о строительстве и определить последовательность дальнейших шагов перед началом строительства.

Необходимость строительства данной скоростной автомагистрали возникла в результате создавшихся внешних и внутренних предпосылок. Внешние предпосылки обусловлены образованием новых государств на территории бывшего Советского Союза и стран Восточной Европы, ускоренным ростом экономического потенциала в Восточной Азии, которая предопределила существенное изменение соотношения сил в мировом экономическом пространстве. В настоящее время на Азию приходится четверть всего мирового производства, а в ближайшем будущем эта величина достигнет одной трети.

Стремление Азиатских стран к интеграции должна способствовать дальнейшему усилению экономических позиций Азиатско-Тихоокеанского региона в мировой экономике. Начавшаяся стабилизация экономики и её подъем в некоторых странах Европы, прекращение процесса дезинтеграции экономики государств СНГ, налаживание новых и восстановление старых хозяйственных связей, усиление внешнеэкономической деятельности, переориентация внешней торговли в большей степени на страны Западной Европы и Ближнего Востока выдвигает на первый план обеспечение надежных трансконтинентальных транспортных связей между Востоком и Западом по трассе Великого Шелкового Пути и делает эту проблему особенно важной и актуальной.

Как известно, основная тяжесть грузовых перевозок между Азиатско-Тихоокеанским регионом и странами Европы по-прежнему ложится на морской путь, проходящий через Суэцкий канал, пропускная способность которого уже не удовлетворяет требованиям сегодняшнего дня. Из-за большой протяжённости маршрута (Шанхай-Гамбург – 20,4 тыс. км) сроки доставки грузов этим путем во многих случаях не могут удовлетворять ни отправителей, ни получателей.

Высокие тарифы на авиаперевозки также далеко не всегда позволяют пользоваться услугами авиатранспорта.

Автомобильная транспортировка в этих условиях становится наиболее экономичной и рациональной. По сравнению с морскими перевозками по направлению Ляньюньган–Роттердам преимущество автомобильных перевозок в скорости доставки грузов (в 3-4 раза) очевидно. Это ускорит оборачиваемость средств, вложенных в стоимость груза, в связи с доставкой груза по схеме от поставщика до заказчика, исключая промежуточные погрузочно-разгрузочные операции и вынужденное хранение, как это принято при морских и железнодорожных перевозках.

Внутренние предпосылки развития скоростных автомобильных дорог обусловлены социально-экономическим и демографическим положениями нашей Республики.

Неравномерное развитие экономики нашей Республики и использование его в качестве сырьевого придатка в годы Советской власти породило негативные явления для её развития. После приобретения независимости Правительство Республики коренным образом изменило планирование и развитие экономики страны. В настоящее время особое внимание уделяется равномерному развитию всех регионов страны. И в этом деле роль автомобильных дорог очень велика. С развитием сети скоростных автомагистралей будет развиваться и социальная инфраструктура, что приведёт к миграции

населения с густонаселённой местности к менее населённым, но перспективным регионам. Это, в свою очередь, приведёт к росту всех регионов страны и подъёму экономики в целом.

Основной задачей является повышение привлекательности этого маршрута для грузоотправителей. Сегодня реальные сроки доставки контейнеров в направлении Япония - Центральная Европа морским путем в среднем составляет 35 суток при стоимости перевозки 1550-1750 долл. США за один контейнер.

Доставка грузов из Европы в Азию или обратно через транзит по маршруту новой трассы по территории Узбекистана окажется почти в 2 раза быстрее и заметно дешевле.

В настоящее время вследствие отсутствия этой трассы, Узбекистан ежегодно теряет сотни миллионов долларов из-за того, что грузы из Европы в Азию и из Азии в Европу в своем большинстве идут в обход нашей территории. Мириться с этим Узбекистан больше не может. Ввод этой скоростной автомагистрали позволит войти Узбекистану в систему евроазиатского транспортного коридора. Транзитное сообщение «Китай – Кыргызстан – Узбекистан – Европа» в будущем должен будет принести государству неплохие дивиденды. Открытие тоннелей «Резак» и «Камчик» первый шаг в этом направлении.

Строительство скоростной автомагистрали «Андижан-Ташкент-Нукус-Кунград» позволит Узбекистану стать активным участником международного транспортного рынка.

Обзор транспортных коридоров между Азией и Европой.

На протяжении тысячелетий значительная часть территории Узбекистана была покрыта сетью дорог, составляющих собственно трассы Великого Шелкового Пути и не менее важный путь из Европы в Индию, по которым шел интенсивный обмен материальными и духовными ценностями.

Сама жизнь уже в те далёкие времена заставляла искать наиболее кратчайшие пути сотрудничества не только в интересах торговли, но и установления более крепких экономических, культурных и духовных связей.

Несмотря на то, что Узбекистан не имеет прямых выходов к мировым океанам, его географическое положение позволяет осуществить кратчайшим путем транзитные перевозки грузов и пассажиров практически во всех направлениях. Это такие участки транспортных коридоров, как:

- ❖ Ляньюньган – Кашгар – Иркештам – Ош – Андижан - Ташкент;
- ❖ Бендер Аббас – Мешхед - Ашгабад - Чарджев - Бухара - Самарканд - Ташкент;
- ❖ Констанца - /Варна - Потти/ - Батуми – Баку - Туркменбаши - Ашгабад - Чарджев - Бухара;
- ❖ Карачи – Кветта – Чаман – Кандагар – Герат – Маймане - Шиберган-Термез;
- ❖ Бендер Аббас – Мешхед – Серахс – Ашгабад – Дашховуз – Нукус – Бейнеу - Астрахань;
- ❖ Бендер Аббас – Мешхед – Серахс – Ашгабад – Бухара – Учкудук – Кызыл-Орда – Астана – Омск.

Рынок и концепция роль дорожной отрасли в национальной экономике и политике.

В современных условиях динамичное и бесперебойное функционирование большинства крупных субъектов народного хозяйства и каждого региона страны тесно связано с налаженной сетью автодорог. Именно свойственный для автодорог факторы транспортной доступности и дешевизны перевозок становятся все в большей мере определяющими в развитии экономики.

В осуществлении экономических реформ в стране достаточно весома роль дорожной отрасли, являющейся ключевой отраслью производственной и

социальной инфраструктуры. Дороги всегда играют весьма важную роль в жизни любого общества, выступая в качестве мощного фактора в формировании его государственно-территориального устройства, внутреннего и внешнего рынков. Они объединяют в единое целое все отрасли народного хозяйства, производство и потребление, обеспечивают жизненно необходимые экономические связи предприятий и регионов, способствуют преодолению размежевания общества и сближению народов. Автодорожный фактор имеет большое значение в международном и внутригосударственном разделении общественного труда.

Учитывая важную роль коммуникаций в жизни страны, Президент И.А.Каримов неоднократно отмечал, что коммуникации - самое слабое место в республике. Он подчеркивал: «вопросы развития транспортных сетей и коммуникаций, в силу особенности географического положения Узбекистана, отсутствия выхода к портам и крупнейшим транспортным узлам приобретают приоритетное, стратегическое, жизненно важное значение. Без развитой системы коммуникаций у Узбекистана нет будущего. И это мы должны ясно осознавать».

Проектируемая автомагистраль начинается на границе Кыргызской Республики близ города Ош и пересекает Андижанский, Наманганский, Ферганский, Ташкентский, Сырдарьинский, Джизакский, Самаркандский, Навоийский, Бухарский, Хорезмский вилояты, а также Республику Каракалпакстан. Тем самым напрямую соединяет между собой важной транспортной артерией 10 областей и Республику Каракалпакстан.

Район тяготения данной автомагистрали охватывает практически всю территорию Республики Узбекистан, в составе которого двенадцать областей и автономная республика Каракалпакстан. Общая территория Республики составляет 447,4 тыс. км². Население более 24 млн. человек. Протяженность с востока на запад 1425 км, а с севера на юг 930 км.

Андижанский, Наманганский и Ферганский вилояты – Ферганский регион.

В этом регионе, занимающем 19,2 тыс. км² территории, проживает более 6 млн. человек и относится он к числу наиболее густонаселённых регионов страны.

В регионе развиты такие отрасли промышленности как добыча и переработка нефти (Ферганский вилоят), автомобилестроение (Андижанский вилоят), сельскохозяйственное машиностроение, химическая, лёгкая, пищевая, хлопкоочистительная, стройиндустрия, промстройматериалов (Андижанский, Наманганский, Ферганский вилояты), энергетическая (Наманганский и Ферганский вилояты).

Основными отраслями специализации сельского хозяйства являются хлопок, картофель, шелководство, зерновые, плодоовощные культуры, виноградарство, животноводство мясомолочного направления.

По территории Ферганской долины проходит железнодорожная линия «Ташкент – Хаваст – Коканд – Андижан – Джалалабад».

В жизнедеятельности региона большое значение имеют следующие автомобильные дороги: А-373 «Ташкент-Ош», примыкающая к дороге М-41 «Бишкек – Ош – Хорог – Душанбе», А-376 «Коканд – Джизак» (через Бекабад, Хаваст).

Ташкентский вилоят и г. Ташкент– Ташкентский регион.

В данном регионе, занимающем 15,6 тыс. км², проживает около 5 млн. человек (20% населения Республики). Ведущими отраслями промышленности региона являются чёрная и цветная металлургия, химическая и нефтехимическая промышленность, машиностроение и металлообработка, энергетика, лёгкая и пищевая промышленность, промстройматериалов и стройиндустрия.

Ведущими отраслями специализации сельского хозяйства являются технические культуры: хлопок, кенаф, зерновые, плодоовощи,

животноводство мясомолочного направления. По территории Ташкентского вилоята проходят железнодорожные линии «Ташкент – Хаваст – Коканд - Андижан – Джалалабад», «Ташкент – Самарканд – Карши – Термез – Душанбе», «Ташкент – Хаваст – Самарканд – Каган – Чарджев – Ургенч - Кунград.

Основные автомобильные дороги международного значения: М-34 «Ташкент-Душанбе», М-39 «Алматы – Бишкек – Ташкент – Термез», А-373 «Ташкент – Ош».

Сырдарьинский и Джизакский вилояты.

Регион, занимающий территорию в 25,6 тыс. км², где проживает 1,5 млн. человек (около 6% населения республики).

В промышленном производстве региона важное место занимает энергетика (Сырдарьинская ГРЭС). В тесной связи с энергетикой находится цветная металлургия (Джизакский вилоят).

Развита химическая промышленность (Джизакский завод по изготовлению пластических масс), машиностроение и металлообработка, промышленность строительных материалов, пищевая и лёгкая промышленность.

Основные отрасли сельского хозяйства: хлопководство, животноводство, бахчеводство, виноградарство и зерноводство.

По территории региона проходят железнодорожные линии «Ташкент – Хаваст – Самарканд – Карши – Термез – Душанбе», «Ташкент – Хаваст – Каган – Чарджев – Кунград», «Ташкент – Хаваст – Коканд – Андижан».

Основные автомобильные дороги международного значения: М-34 «Ташкент – Душанбе», М-39 «Алматы – Бишкек – Ташкент – Термез» (через Чимкент, Самарканд), А-376 «Коканд – Джизак» (через Бекабад, Хаваст).

Самаркандский вилоят. Территория около 16,4 тыс. км², население 2,5 млн. человек (около 10% населения республики).

В области развиты горнодобывающая, машиностроительная и металлообрабатывающая, химическая, строительная индустрия, лёгкая и пищевая промышленности.

Основные отрасли сельского хозяйства: хлопководство, табаководство, зерноводство, садоводство, виноградарство, животноводство, ведущее место принадлежит каракулеводству.

Вилоят имеет развитую транспортную сеть. По территории вилоята проходят железнодорожные линии «Ташкент – Самарканд – Карши – Термез – Душанбе», «Ташкент – Самарканд – Каган – Чарджев – Ургенч – Кунград».

Основные автомобильные дороги: М-37 «Самарканд – Ашгабад – Туркменбаши» (через Бухару), М-39 «Алматы – Бишкек – Ташкент – Термез» (через Чимкент, Самарканд), А-377 «Самарканд – Айни», А-378 «Самарканд – Карши».

Бухарский и Навоийский вилояты. Регион по площади занимает 32% территории Республики, что составляет 150,2тыс. км². Население 2049,7тыс. чел. (около 8% населения Республики).

Бухарский вилоят располагает разноотраслевой промышленностью: нефтехимия и нефтегазодобыча (Караулбазар), газодобыча (Каракуль), лёгкая и пищевая, машиностроение и металлообработка, стройиндустрия, промстройматериалов.

Основные направления специализации Навоийского вилоята: электроэнергетика, машиностроение и металлообработка, цветная металлургия, химическая, камнеобработка, горнодобывающая, стройиндустрия, промстройматериалов, пищевая и лёгкая промышленность.

Сельское хозяйство развивается в двух направлениях – хлопководство и каракулеводство.

По территории региона проходит железнодорожная линия «Ташкент – Каган – Чарджев – Ургенч – Кунград». Основные автомобильные дороги

региона: М-37 «Самарканд - Ашгабад – Туркменбаши» (через Бухару), А-379 «Навои–Учкудук», (через Зарафшан), А-380 «Нукус – Гузар» (через Бухару).

Хорезмский вилоят. Занимает площадь 6,3 тыс. км², население более 1 млн. чел. Вилоят расположен на левобережье нижнего течения реки Амударьи.

В области преобладают в промышленном производстве лёгкая и пищевая промышленность, развиты машиностроение и металлообработка, стройиндустрия.

В сельском хозяйстве основная отрасль хлопководство, развито зерноводство и особенно, рисоводство. Животноводство специализируется на производстве мяса и молока. По территории области проходит железнодорожная линия «Ташкент – Самарканд – Каган – Чарджев – Ургенч – Кунград».

Основная автомобильная дорога А-380 «Нукус – Гузар» (через Бухару).

Республика Каракалпакстан. Расположена на северо-западе Республики и занимает площадь 164,9тыс. км², включает в себя значительную часть пустыни Кзылкум, плато Устюрт, дельту реки Амударьи. Население около 1,5 млн. чел.

В регионе наиболее развиты отрасли промышленности, связанные с переработкой сельскохозяйственного сырья, производство строительных материалов, машиностроение и металлообрабатывающая отрасль. Работают предприятия лёгкой и пищевой промышленности. В Кунграде строится содовый завод. Сельское хозяйство – земледелие ведется на орошаемых землях. Основная культура – хлопок, среди зерновых культур – рис. Возделывается люцерна, как кормовая культура.

Животноводство – разводят овец, верблюдов, лошадей.

По территории республики проходят железнодорожные линии: «Ташкент – Самарканд – Чарджев – Кунград», «Нукус – Беруни – Турткуль», «Нукус – Чимбай».

Основные автомобильные дороги: А-380 «Нукус-Гузар» (через Бухару), А-381 «Нукус-Ташауз».

Кашкадарьинский и Сурхандарьинский вилояты – южный регион.

Данный регион занимает 48,5тыс. км², где проживает 3,7млн. чел.

Ведущее место в промышленном производстве Кашкадарьинского вилоята занимает топливная (газо-химическая, нефтегазодобыча, газоперерабатывающая). Наиболее развитыми являются лёгкая и пищевая отрасли, а также промышленность строительных материалов, машиностроение и металлообработка, химическая.

Промышленность Сурхандарьинского вилоята представлена небольшими предприятиями по добыче каменного угля, нефти, поваренной соли, строительных материалов и переработкой сельскохозяйственной продукции. Важнейшими отраслями сельского хозяйства южного региона является хлопководство, в т.ч. тонковолокнистых сортов, зерноводство, животноводство.

Субтропический климат региона позволяет наращивать производство ранних овощей, картофеля, ценных сортов продукции садоводства, цитрусовых и виноградарства.

Развито животноводство, в т.ч. каракулеводство.

По территории региона проложены железнодорожные линии «Ташкент – Самарканд – Карши – Термез – Душанбе», «Карши – Китаб», «Карши – Самарканд».

Основные автомобильные дороги: М-39 «Алматы – Бишкек – Ташкент – Термез», М-41 «Бишкек – Душанбе – Термез» (через Ош – Хорог), А-380 «Нукус – Гузар» (через Бухару), А-378 «Самарканд – Карши».

Основные факторы, определяющие повышение спроса. О основании оценки эволюции роста валового отечественного продукта Республики Узбекистан, намечаемые мероприятия по развитию производительных сил (данные отраслевых министерств и ведомств Республики Узбекистан о развитии экономики), а также учета развития автотранспорта в странах Средней и Восточной Европы, исходя из прогнозируемых основных макроэкономических показателей ИМЭСИ Минмакроэкономстата были определены основные темпы прироста объемов перевозок на перспективу. Среднегодовые темпы прироста объёмов перевозок приняты:

На период 2000-2010 гг. – 2 %

На период 2010-2030 гг. – 3 %

Для определения объёмов перевозок по существующим автодорогам, а также для определения возможных объёмов перевозок по проектируемой автомагистрали в июле-августе 2000 года были произведены экономические изыскания района тяготения.

Недостаточная техническая оснащённость существующих автодорог, их пропускная способность создаёт предпосылки для строительства новой автомагистрали «Андижан – Ташкент – Нукус – Кунград».

На новую автомагистраль предполагается отклонить грузы в межобластных и в международных связях, доля которых в общем объёме перевозок района тяготения составляет незначительную часть и поэтому не окажет значительного влияния на изменения интенсивности движения существующих автодорог.

Транзитные перевозки грузов в связях Китай – Европа приняты из ТЭО автодороги А-373 «Ташкент – Ош» на участке 116-195 км, утверждённого распоряжением Кабинета Министров Республики Узбекистан от 06.11.98 г. № 540-ф.

Таким образом, был определён общий грузооборот проектируемой автомагистрали.

3.1. Изучение материалов проектов, постановлений по новой дороге

Трасса скоростной автомагистрали Андижан - Ташкент - Нукус - Кунград является одним из участков трансконтинентальной автомагистрали Европа-Азия.

За основное направление трассы принято историческое направление Великого Шелкового пути, связывающее древние города Центральной Азии с Западом и Востоком, так как на этой трассе были построены города, являющиеся сегодня важнейшими точками отправления и целью движения. Транзитные перевозки на большие расстояния будут представлять меньшую долю транспортной нагрузки, однако они имеют свое геополитическое значение. При проектировании и проложении плана трассы в первую очередь учитывались следующие факторы:

- обеспечение транзитных перевозок на территории Республики как часть моста Европа-Азия;
- обеспечение внутренних грузовых и пассажирских перевозок по скоростной артериальной магистрали с отводом дорог–коллекторов в крупные грузообразующие точки;
- обеспечение бесперебойного, безопасного движения между населенными пунктами Республики в кратчайшее время.

При выборе направления трассы, и учитывая, что движение транспортных средств будет осуществляться на высоких скоростях, проектом предусмотрены обходы крупных населенных пунктов, а связь с крупными населенными промышленными городами, такими как: Андижан, Фергана, Коканд, Наманган, Алмалык, Ташкент, Гулистан, Джизак, Самарканд, Катта-

курган, Навои, Бухара, Газли, Кизилрабод, Ургенч-Хива, Нукус, Кунград, Бейнау с помощью коллекторных подъездных дорог.

Трасса спроектирована таким образом, чтобы она в минимальной мере воздействовала на жилые и промышленные комплексы. Высотные характеристики спроектированы с учетом как можно меньшего объема земляных работ.

Составной частью строительства будут и коллекторные подъездные дороги к крупным городам.

Протяженность автомагистрали составляет 1491,506 км, а протяженность подъездных коллекторных дорог к городам – 801,614 км.

Трассы скоростных автомагистральных дорог приведены в графическом приложении.

Коллекторные подъездные дороги запроектированы с четырьмя полосами движения с ограниченным доступом, с примыканиями с пересечениями в разных уровнях, с исключением отдельных участков вблизи крупных населенных пунктов, где предусмотрены пересечения в одном уровне.

Конструкции дорожной одежды автомагистрали и коллекторных подъездных дорог запроектированы в двух вариантах с покрытием из асфальто-бетона и цементобетона.

Решение о выборе варианта дорожной одежды будет принято на дальнейшей стадии проектирования.

Основная трасса автомагистрали и коллекторные подъездные дороги имеют большое количество примыканий и пересечений в разных уровнях. В связи с этим составной частью строительства будет перетрассировка или реконструкция существующих сооружений с целью сохранения их функциональности и доступа к земельным участкам. Их окончательная форма

будет определена после съемки территории, проведения инженерских изысканий и транспортного прогноза.

Составной частью строительства также является перетрассировка или реконструкция большого количества инженерных коммуникаций, находящихся в полосе отвода трассы автомагистрали и подъездных дорог, чтобы они функционировали в течение процесса строительства и эксплуатации автомагистрали.

Проектируемая автомагистраль начинается на границе Кыргызской Республики близ города Ош и пересекает Андижанский, Наманганский, Ферганский, Ташкентский, Сырдарьинский, Джизакский, Самаркандский, Навоийский, Бухарский, Хорезмский вилояты, а также Республику Каракалпакстан. Тем самым напрямую соединяет между собой важной транспортной артерией 10 областей и Республику Каракалпакстан.

Район тяготения данной автомагистрали охватывает практически всю территорию Республики Узбекистан, в составе которого двенадцать областей и автономная республика Каракалпакстан. Общая территория Республики составляет 447,4 тыс. км². Население более 24 млн. человек. Протяженность с востока на запад 1425 км, а с севера на юг 930 км.

3.2 Анализ применяемых систем большепролетных мостов

Мостовые объекты представляют собой одну из существенных составных частей проектируемой автомагистрали.

Согласно проектным объемам строительства необходимо построить более чем 847 мостов и путепроводов.

Проект мостов исходит из соответствующих нормативно-технических условий и применяемых до настоящего времени в типовых решениях.

Типы отдельных мостов учитывают характер территории, через которую трасса автомагистрали проложена, т.е. горные и предгорные районы, области с ирригационными каналами и пустынные районы, а также пересечения больших рек, таких как Сырдарья и Амударья. Вследствие большого количества мостов и объектов они разделены на малые искусственные сооружения (трубы), малые мосты с длиной до 25 м, средние мосты от 25 до 100 м, крупные мосты длиной более 100 м, эстакады, путепроводы, переходы для пешеходов над автомагистралью.

Характеристики отдельных групп:

Малые искусственные сооружения обеспечивают, прежде всего, пересечение водоотводных каналов с трассой автомагистрали. Трубы проектируются из сборных железобетонных труб. Для прогона скота под автомагистралью запроектированы конструкции из контурных сборных железобетонных блоков 2,5 x 4,0 м.

Мосты, эстакады и путепроводы обеспечивают пересечение трассы автомагистрали и коллекторных подъездных дорог с водотоками, автомобильными железными дорогами, через глубокие долины и т.п. Большинство мостов запроектировано из типовых сборных железобетонных плит и стержней. Мосты с учетом результатов предварительных инженерно-геологических изысканий имеют, в большинстве случаев, фундамент глубокого заложения на сборных железобетонных или буронабивных сваях.

На крупных мостах предусмотрены, наряду со стержневыми сборными элементами из предварительно напряженного бетона длиной до 33 м, альтернативно и другие конструкционные системы, в том числе сопряженные конструкции сталь – бетон. Решение о конкретных конструкциях будет принято на дальнейших стадиях проектирования, на основании детальной съемки местности и инженерно-геологических изысканий.

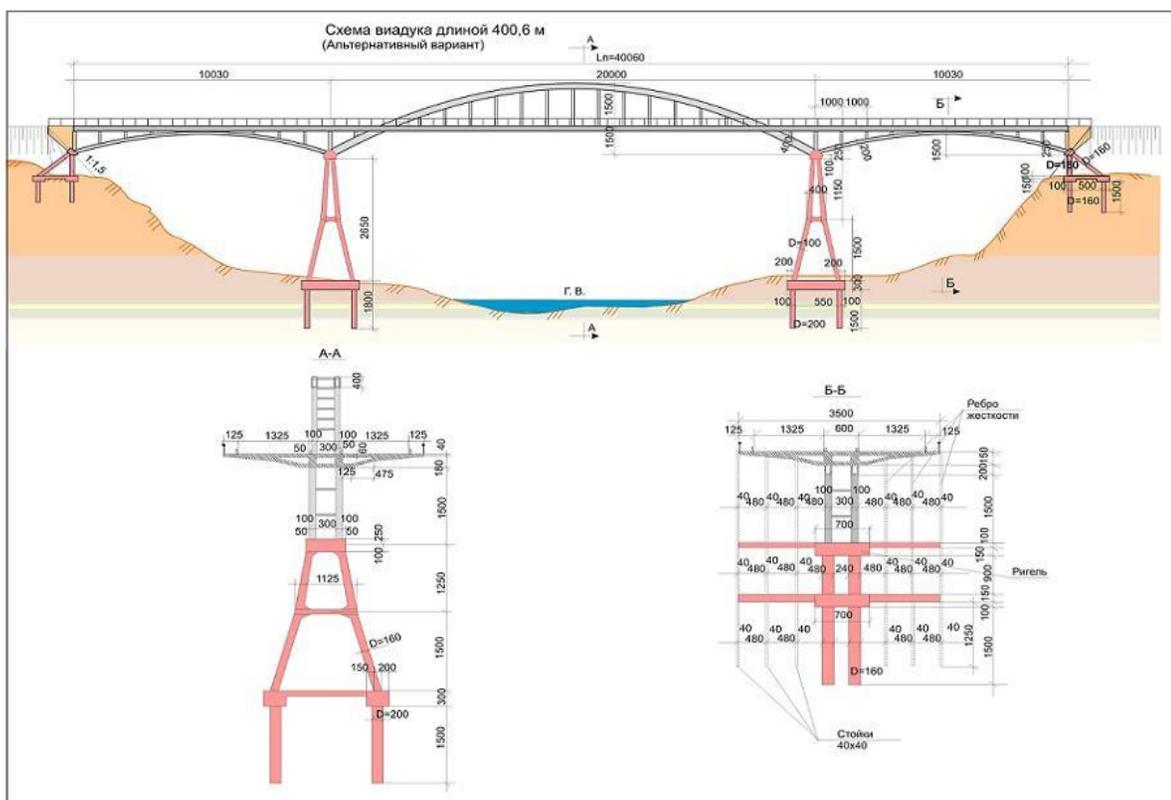


Рис.3.1. Схема виадука (альтернативный вариант)

При строительстве такого большого количества мостов будут учтены также мощности и техническое оборудование предполагаемых подрядчиков.

Мосты, эстакады и путепроводы разработаны в обзорных таблицах в исходных документах и отдельные типы мостов документированы тоже на чертежах.

Габариты Мостов, эстакад и путепроводов, а также мостов (путепроводов) над автомагистралью запроектированы для отдельных категорий дорог согласно действующих нормативных документов.

В исключительных случаях, когда автомагистраль проходит через густонаселенные пункты, а также на местах площадок отдыха, размещенных на обеих сторонах автомагистрали, запроектированы переходы для пешеходов. По всей трассе автомагистрали и коллекторных подъездных

дорог находится 73 перехода для пешеходов. Конструкция перехода для пешеходов запроектирована из стержневых сборных элементов, альтернативно как вантовая стальная конструкция.

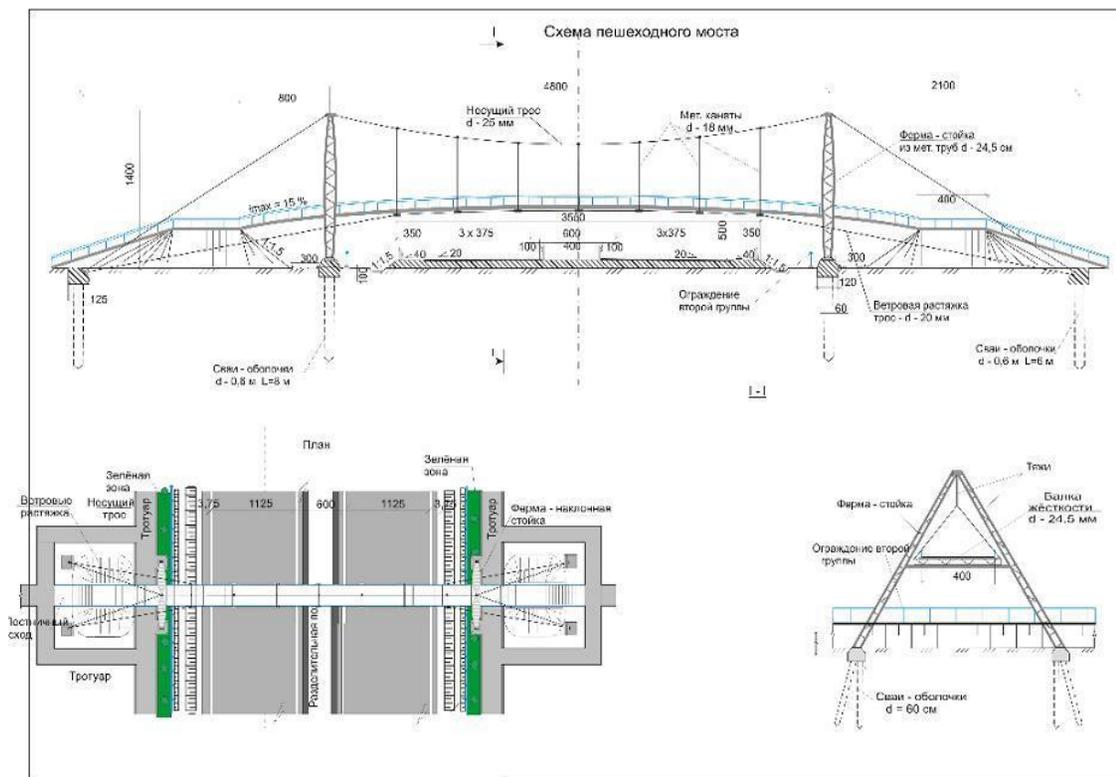


Рис. 3.2. Схема пешеходного моста

На местах, где по данным инженерно-геологических изысканий находится агрессивная среда, будет обеспечена защита железобетонных конструкций.

В случаях, когда мосты находятся в населенных пунктах, они проектируются с учетом повышенных требований к эстетике и обеспечением шумозащитных мероприятий. [32].

Искусственные сооружения				
Наименование работ	Ед. изм	Основ. трасса	Колл. дорога	Всего
Трубы (круглые и прямоугольные)	шт/пм	<u>1389</u>	<u>758</u>	<u>2176</u>
		67 000	25 045	92 045
Малые, средние мосты и путепроводы	-«-	<u>612</u>	<u>243</u>	<u>855</u>
		22 852	10 468	33 320
Большие мосты	-«-	<u>23</u>	<u>23</u>	<u>46</u>
		3 559,85	3 824,25	7384,10
Эстакады (виадуки)	-«-	<u>23</u>	<u>21</u>	<u>44</u>
		3 568	3 905	7 473

Количество искусственных сооружений планируемого а/д АТНК

Изделия				
Наименование работ	Ед. изм.	Основ. трасса	Колл. дорога	Всего
Сборный железобетон	т.м ³	2513,68	1739,26	4252,94
Стальные конструкции	тн	63,95	23,70	87,65
Асбестоцементные трубы	пм	9776	2844	12620
Товарный бетон	т.м ³	9123,76	3339,30	12463,06
Асфальтобетонная смесь	т.тн	3866,15	3101,96	6968,11
Черный щебень	т.тн	579,79	424,61	1004,4

Объем изделия планируемого а/д АТНК

Вантовые пролетные строения по расходу стали практически при пролетах более 100м всегда экономичнее балочных цельностальных, а также балочных сталежелезобетонных. О возможном размере пролета радиально-вантовых ферм дают представление примеры построенных мостов с такими фермами; при легкой временной нагрузке пролеты могут быть доведены до 180-200 м. Они применяются главным образом в автодорожных и городских мостах. Основные достоинства вантовых мостов – легкость несущих конструкций, большая перекрывающая способность, высокая экономичность по расходу материала и стоимости, возможность навесного монтажа.

Висячие системы представляет собой обширный класс строительных конструкций, основными несущими элементами которых служат растянутые тросы, воспринимающие полезную поперечную нагрузку. Современные висячие мосты с кабелем позволяют перекрывать пролеты до 3000 м. Большим преимуществом висячих мостов служит удобство монтажа пролетных строений [7,20].

Выводы по третьему разделу

1. При проектировании и проложении плана трассы в первую очередь учитывались следующие факторы:

- обеспечение транзитных перевозок на территории Республики как часть моста Европа-Азия;
- обеспечение внутренних грузовых и пассажирских перевозок по скоростной артериальной магистрали с отводом дорог–коллекторов в крупные грузообразующие точки;
- обеспечение бесперебойного, безопасного движения между населенными пунктами Республики в кратчайшее время.

2 Рельеф местности, где планируется проектировать а/д АТНК делает наиболее целесообразным использование неразрезных металлических пролетных строений в виде пространственных ферм.

3. Исследования показали, что статически неопределимые системы весьма чувствительны к изменению температуры внешней среды, учёт которых обязателен существующим нормам проектирования.

4. Совершенствование методов расчёта сложных стержневых систем целесообразно с использованием вычислительных программных комплексов.

4. ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НЕРАЗРЕЗНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ШАРНИРНЫХ ФЕРМ ПРИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ.

Рассматривается металлическое пролетное строение моста в виде статически неопределимой фермы с ездой по верху. Предполагаемое место строительства Кашкадарьинская область Республики Узбекистан. Согласно требованиям КМК 2.05.03-97 “Мосты и тоннели” [12,21,22,23,25] при расчете данной конструкции необходимо учитывать изменение температуры в наиболее жаркое и наиболее холодное время года.

4.1 Теоретические основы расчета статически неопределенных ферм по методу сил.

Степень статической неопределимости и выбор основной системы.

Стержни и опорные связи статически неопределимых ферм разделяются на необходимые, устранение которых обращает систему в изменяемую, и лишние – все остальные. Как известно, продольные силы необходимых стержней и реакций необходимых опорных связей статически определимы [2].

Степень статической неопределимости шарнирных ферм определяется по формуле (4.1):

$$n=C+C_{оп}-2У. \quad (4.1)$$

Основную систему для расчета ферм будем образовывать только разрезанием (не устранением) лишних стержней и устранением опорных связей. При расчете на смещение опор опорные связи будем также разрезать. Неизвестные продольные силы в разрезанных стержнях фермы будем считать положительными, если они растягивающие. Основная система, получаемая только разрезанием стержней фермы, оказывается во многих случаях удобнее основной системы, в которой устраняются опорные связи.

Кроме того, в первой, основной системе продольные силы некоторых стержней от $X_1=1$ также равны нулю, поэтому, например, перемещение $\delta_{13}=0$. Все это уменьшает количество вычислений при расчете фермы по первому варианту основной системы [2,5,8,28].

Определение коэффициентов при неизвестных канонических уравнений метода сил.

При расчете пространственных статически неопределимых стержневых систем на температурные воздействия в строительной механике используется метод сил (4.2). Канонические уравнения метода сил при расчете любой статически неопределимой системы на действие температуры имеет вид:

$$\begin{aligned} \delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \delta_{13}X_3 + \dots + \delta_{1n}X_n + \Delta_{1t} &= 0 \\ \delta_{21}X_1 + \delta_{22}X_2 + \delta_{23}X_3 + \dots + \delta_{2n}X_n + \Delta_{2t} &= 0 \\ \dots & \\ \delta_{n1}X_1 + \delta_{n2}X_2 + \delta_{n3}X_3 + \dots + \delta_{nn}X_n + \Delta_{nt} &= 0, \end{aligned} \tag{4.2}$$

Здесь

$\delta_{11}, \delta_{12}, \dots, \delta_{nn}$ -- имеют те же значения, что и при расчете на действие внешней нагрузки;

Δ_{nt} -- представляют собой температурные перемещения в основной

системе по направлениям лишних неизвестных усилий X_1, X_2, \dots, X_n .

- Могут быть записаны в виде

$$\delta_{km} = \frac{1}{F_o} \sum \frac{\bar{N}_{ik} \bar{N}_{im}}{E_i} \left(\frac{F_o}{F_i} \right) l_i,$$

где F_o -- площадь какого-нибудь стержня фермы.

Свободные член Δ_{kt} не зависят от F_o , а потому:

$$X_k = D_k / D = A_k F_o;$$

$$N_i = \bar{N}_{i1}X_1 + \bar{N}_{i2}X_2 + \dots + \bar{N}_{in} = B_i F_o,$$

где D и D_k – определители; A_k и B_i – некоторые постоянные числа.

Как видно из вышесказанного, расчет системы с большим числом элементов (более 400 стержней) сталкивается с математическими трудностями [2,5,8].

4.2. Совершенствование расчета статически неопределимых стержневых систем по методу конечных элементов (МКЭ).

Расчет статически неопределимых плоских ферм от постоянной нагрузки.

Рассмотрим расчет методом конечных элементов (М.К.Э.). За конечный элемент принимается стержень шарнирно опертый по концам (рис.4.1). Положение стержня в плоскости можно определить линейными смещениями концевых сечений имеющих всего 4 степени свободы.

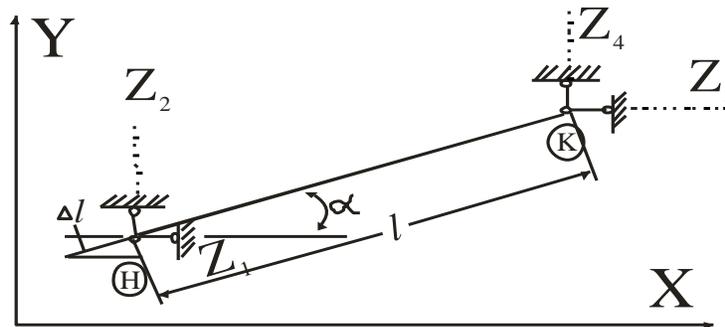


Рис.4.1. Вектор смещений

Вектор смещений $\bar{Z} = \| z_1 z_2 z_3 z_4 \|^T$.

Направления смещения пунктирно показаны на рис.4.1.

При расчете ферм по МКЭ используется метод перемещений. Для обеспечения неподвижности стержня на концевые сечения накладываются две связи (рис.4.1). Реакции в связях будут положительными, если их направления совпадают с направлением осей координатной системы. Определим удлинение стержня

$$\Delta l = -Z_1 \cdot \cos \alpha - Z_2 \sin \alpha + Z_3 \cos \alpha + Z_4 \sin \alpha \quad (4.3)$$

или в матричной форме

$$\Delta l = b \cdot \bar{z}, \quad (4.4)$$

Где $b = \begin{bmatrix} -\cos \alpha & -\sin \alpha & \cos \alpha & \sin \alpha \end{bmatrix}$. (4.5)

Продольные силы $N = \frac{EF}{l} \cdot \Delta l = \frac{EF}{l} \cdot b \cdot \bar{z}$ (4.6)

Реакции в связях будут



Матрицы жесткости стержня при $\bar{z} = 1$ будет

$$r = b^T \cdot \frac{EF}{l} b = \begin{bmatrix} -\cos \alpha \\ -\sin \alpha \\ \cos \alpha \\ \sin \alpha \end{bmatrix} \left\| \frac{EF}{l} \right\| \begin{bmatrix} -\cos \alpha & -\sin \alpha & \cos \alpha & \sin \alpha \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} -\cos^2 \alpha & \sin \alpha \cos \alpha & -\cos^2 \alpha & -\sin \alpha \cos \alpha \\ \sin \alpha \cos \alpha & \sin^2 \alpha & -\sin \alpha \cos \alpha & -\sin^2 \alpha \\ -\cos^2 \alpha & -\sin \alpha \cos \alpha & \cos^2 \alpha & \sin \alpha \cos \alpha \\ -\sin \alpha \cos \alpha & -\sin^2 \alpha & \sin \alpha \cos \alpha & \sin^2 \alpha \end{bmatrix} \left\| \frac{EF}{l} \right\| \quad (4.8)$$

При расчете статически неопределимых ферм, усилия в стержнях не зависит от площади поперечного сечения (F) и в формуле (4.8) $\frac{EF}{l}$ можно принять равными единице. Формирование матрицы v для всей фермы осуществляется путем последовательного рассмотрения узлов фермы и примыкающих к нему стержней, для каждого из которых предварительно составлены “ $v_{нк}$ ”- как для конечного элемента [2,4,5,28].

Например: для фермы (рис.4.2^а) основная система получается путем наложения на все узла дополнительных связей, обеспечивающих их неподвижность (рис.4.2^б).

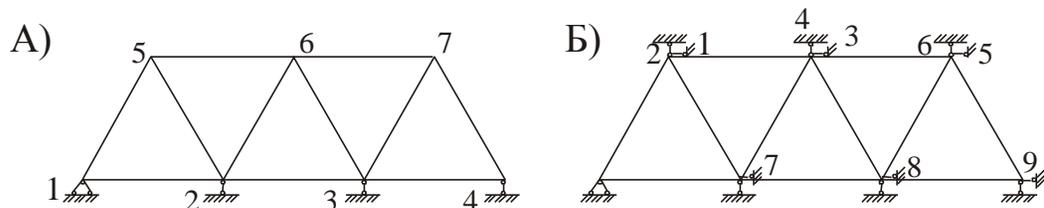


Рис.4.2. Фермы

Матрица b для всей фермы имеет вид

$$b = \| b_{51} b_{56} b_{52} b_{65} b_{67} b_{62} b_{63} \dots \| ^T . \quad (4.9)$$

Матрица жесткости фермы в основной системе



Где $r_i = \frac{EF_i}{l_i}$ – отдельного стержня;

m - число стержней фермы.

Усилия в стержнях фермы определяются по формуле

$$N = R_o \cdot b \cdot \bar{z} \quad (4.11)$$

Матрица жесткости фермы

$$R = b^T \cdot R_o \cdot b \quad (4.12)$$

Канонические уравнения в матричной форме имеют вид

$$R \cdot \bar{Z} + \bar{R}t = 0, \quad (4.13)$$

Где $\bar{R}t$ - вектор грузовых реакций во введенных связях.

Например: в ферме (рис.4.2^б)

Справа от вектора указаны номера связей в основной системе. Знак элементов вектора $\bar{R}t$ определяется по – правилу:

При совпадении направления реакции в связи с направлением соответствующей оси координатной системы – положительный. Если противоположно – отрицательный. Вектор \bar{Z} определяются из уравнения (4.13).

$$\bar{Z} = -R^{-1} \cdot \bar{R}t. \quad (4.14)$$

После вычисления или \bar{Z} по (8) определяются усилия в стержнях фермы [8,13,28].

$$\bar{N} = R_o \cdot b \cdot \bar{Z}.$$

4.3. Общие данные по пролетному строению моста в виде пространственной статически-неопределенной фермы с металлическими промежуточными опорами на участки линии Ташгузар-Байсун-Кумкурган.

Схема моста 46,2+67,2+46,2+17,8+22,6. Общая длина моста 202,067м. Мост расположен на кривой радиусом R=1500м. Пролетные строения болтосварные будут изготовлены в Японии. Все несущие элементы сварные.

Рабочие чертежи металлических конструкций пролетных строений моста на участке линии Ташгузар-Бойсун-Кумкурган разработаны фирмой JTC (Япония). Проект составлен по техническим условиям Японии.

Институтом «Узогирсаноатлойиха» выполнен расчет пролетных строений по действующим нормам проектирования в Республике Узбекистан под железнодорожную нагрузку С14 на основании договора с фирмой JTC от 1 марта 2005г. (Лицензия №012 от 5 сентября 2002г., выданная Кабинетом Министров РУз.). [19].

Нагрузки действующие на пролетные строения. *Постоянные нагрузки.*

Значения всех постоянных нагрузок представлены компанией JTC.

От собственного веса конструкции.

Собственный вес заданных конструкций вычисляется автоматически, по заданным характеристикам сечений конечных элементов.

От верхнего строения пути.

Нормативные нагрузки от верхнего строения пути:

1. Собственный вес балласта:

$$1938,6 \cdot 4,70 \cdot 0,479 = 4364,37 \text{ кг} / \text{м} = 43,64 \text{ кН} / \text{м}.$$

2. Рельсы (Р65)

$$65,0 \cdot 2 = 130 \text{ кг} / \text{м} = 1,3 \text{ кН} / \text{м}.$$

3. Контррельсы и прочие крепёжные детали

$$38,5 \cdot 2 + 51,64 = 128,64 \text{ кг} / \text{м} = 1,3 \text{ кН} / \text{м}.$$

4. Железобетонные шпалы

$$250,000 \cdot 2 = 500,00 \text{ кг} / \text{м} = 5,0 \text{ кН} / \text{м}.$$

$$51,23 \text{ кг} / \text{м} = 5,123 \text{ т} / \text{м} = 51,23 \text{ кН} / \text{м}.$$

Расчетные нагрузки от верхнего строения пути:

1. Собственный вес балласта:

$$4364,37 \cdot 1,3 = 5673,68 \text{ кг} / \text{м} = 56,74 \text{ кН} / \text{м}.$$

2. Рельсы (Р65)

$$130,0 \cdot 1,1 = 143,0 \text{ кг} / \text{м} = 1,43 \text{ кН} / \text{м}.$$

3. Контррельсы и прочие крепёжные детали

$$128,64 \cdot 1,1 = 141,5 \text{ кг} / \text{м} = 1,41 \text{ кН} / \text{м}.$$

4. Железобетонные шпалы

$$500,00 \cdot 1,1 = 550,00 \text{ кг} / \text{м} = 5,5 \text{ кН} / \text{м}.$$

$$6508,18 \text{ кг} / \text{м} = 6,508 \text{ т} / \text{м} = 65,08 \text{ кН} / \text{м}.$$

От веса металлического балластного корыта:

Средний пролет, расчетная нагрузка

$$1,52 \cdot 1,1 = 1,67 \text{ т} / \text{м} = 16,7 \text{ кН} / \text{м}.$$

Крайний пролет, расчетная нагрузка

$$1,72 \cdot 1,1 = 1,897 \text{ т} / \text{м} = 18,97 \text{ кН} / \text{м}.$$

От веса пешеходных тротуаров и убежища.

$$0,979 \cdot 1,1 = 1,08 \text{ т} / \text{м} = 10,8 \text{ кН} / \text{м}.$$

Временная нагрузка от подвижного состава.

Нормативная временная вертикальная нагрузка от подвижного состава железных дорог (СК) принята в виде объемлющих максимальных эквивалентных нагрузок (тс/м). Показатель К обозначающий класс нагрузки принят равным 14. Схемы загрузки пролетного строения составлены по указаниям КМК 2.05.03-97. Величины эквивалентных нагрузок и их положение определяются на основании очертаний линий влияния.

4.3.1. Общий вид и поперечные разрезы пролетного строения.

Основная схема пролетного строения моста представляет собой неразрезную ферму с ездой по верху. С одной стороны на консоль фермы опирается балочное строение длиной $L=13,3\text{м}$.

Промежуточные опоры Р1 и Р2 под металлической неразрезной фермой – металлические. Высота опор – 25,0м; фундамент опор – железобетонный.

Основная схема моста, план горизонтальных балок, связей верхнего и нижнего поясов приведены на рис.4.

Опорные части на опорах А1 и Р3 – катковые; на опорах Р4 и А2 – плоские металлические.

Наличие современных расчетно-проектировочных комплексов типа «LIRA» позволяют выполнить этот расчет на основе метода конечных элементов с большой точностью. На рис.4.3 показана расчетная схема пространственной фермы с металлическими опорами. Пролетное строение представляет собой неразрезную ферму, промежуточные опоры представляют собой металлические стойки, соединенные между собой горизонтальными и вертикальными связями [19].

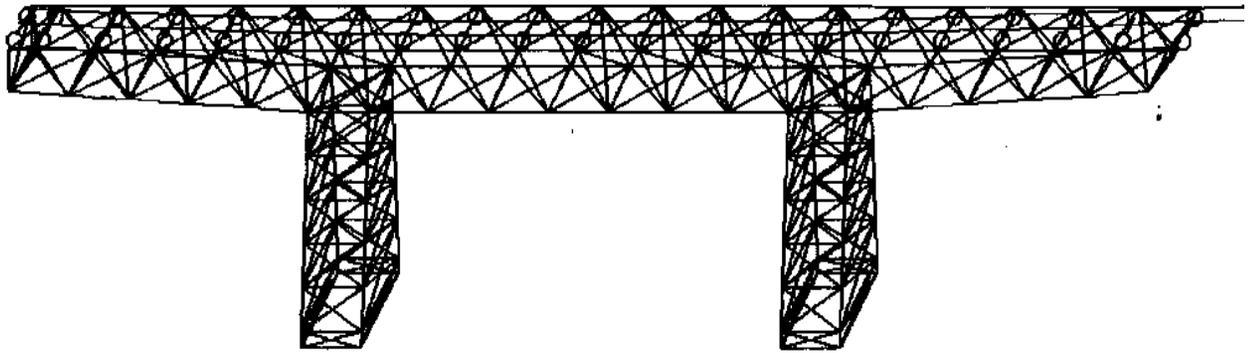


Рис. 4.3. Показана расчетная схема пространственной фермы с металлическими опорами.

4.3.2. Геометрические характеристики поперечных сечений элементов.

Для составления расчетной схемы, позволяющей выполнить пространственный расчет с учетом совместной работы всех элементов пролетного строения, включающего в себя продольные и поперечные балки, несущие фермы, фермы в плоскостях верхнего и нижнего пояса, а также опор, были представлены предварительные размеры поперечных сечений всех элементов (Рис.4.4). Пример:

$$J_x = \frac{3.4 \cdot 34^3}{12} \cdot 2 + \left[\frac{3.4^3 \cdot 45}{2} + (18.7)^2 \cdot 45 \cdot 3.4 \right] \cdot 2 = 131046,08 \text{ см}^4$$

$$J_y = \frac{45 \cdot 3,4}{12} \cdot 2 + \left[\frac{3.4^3 \cdot 34}{2} + (20,8)^2 \cdot 3,4 \cdot 34 \right] \cdot 2 = 153000 \text{ см}^4$$

$$W_x = \frac{J_x}{Y_{\max}} = \frac{131046.08}{20.4} = 6423.83 \text{ см}^3$$

$$W_y = \frac{J_y}{X_{\max}} = \frac{153000}{22.5} = 6800 \text{ см}^3$$

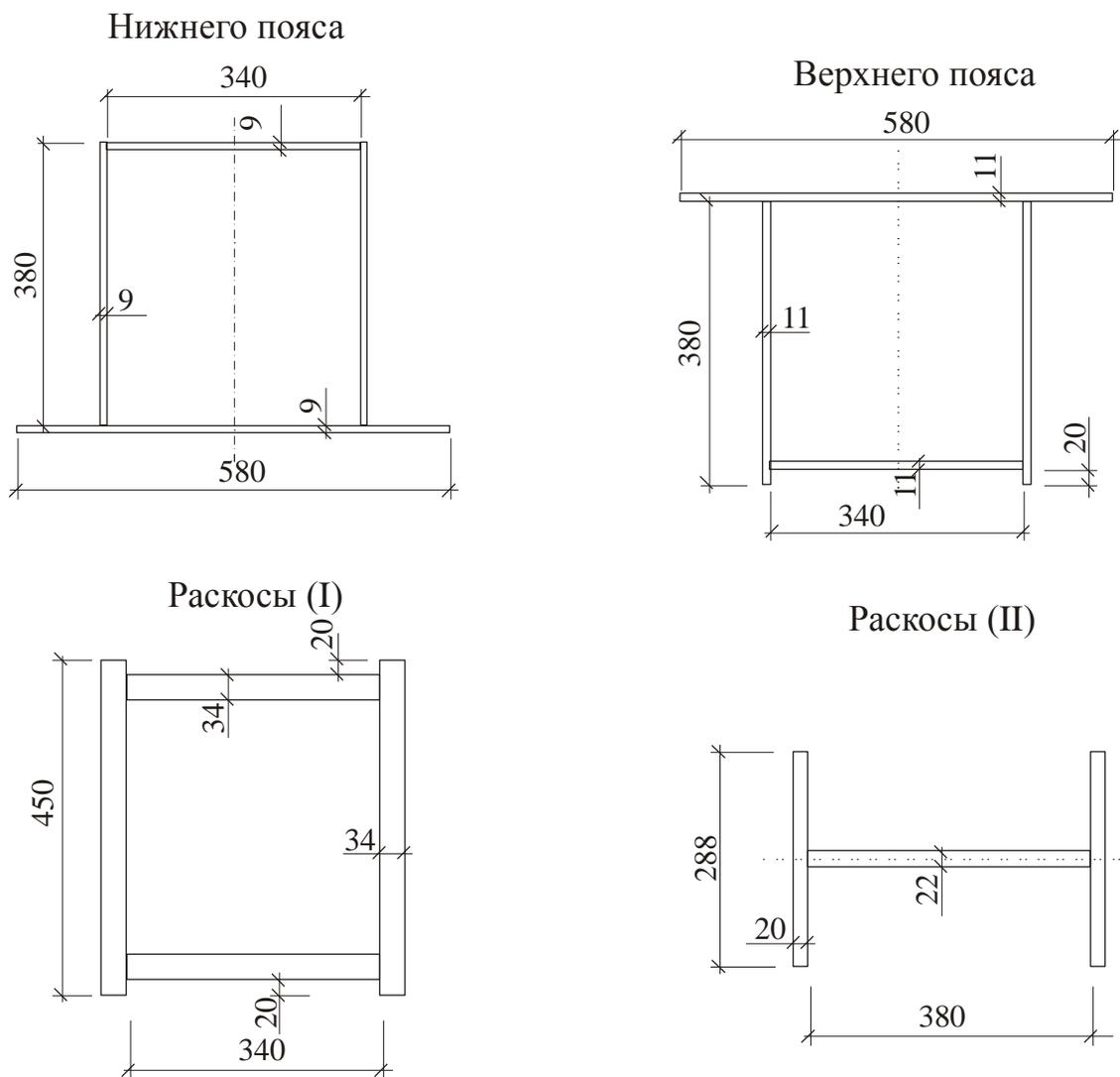


Рис.4.4. Предварительные размеры поперечных сечений всех элементов

4.4. Расчет статически неопределимой пространственной фермы на основе ПК «LIRA-9.0»

Проектно-вычислительный комплекс (ПК) SCAD, «LIRA» предназначены для численного исследования на ЭВМ напряженно-деформированного состояния и устойчивости конструкций, а также и для автоматизированного выполнения ряда процессов конструирования. ПК

SCAD, «LIRA» обеспечивают исследования напряженно-деформированного состояния различных сооружений в виде пространственных стержневых систем, произвольных пластинчатых и оболочечных систем произвольного очертания. При этом моделирование подвижной нагрузки программными комплексами не обеспечено. Наиболее простым решением явилось построение линий влияния на основе ПВК SCAD для плоской фермы, так как под действием вертикальных нагрузок плоская расчетная схема является весьма оправданной. Далее расчет пространственной системы на статические, эквивалентно-подвижные и динамические воздействия с выбором расчетных сочетаний усилий выполняется программным комплексом «ЛИРА». В основу расчета полагается метод конечных элементов в перемещениях. Этот метод хорошо адаптирован к реализации на ЭВМ. В ПВК автоматизированы все этапы решения задач по МКЭ, в том числе и процесс генерации сетки конечных элементов. Основными этапами решения задач по МКЭ является: расчленение исследуемой системы на конечные элементы и назначение узловых точек, в которых определяются узловые перемещения; построение матриц жесткости; формирование системы канонических уравнений, отражающих условия равновесия в узлах расчетной системы; решение системы уравнений и вычислительные значения узловых перемещений; определение компонентов напряженно-деформированного состояния исследуемой системы по найденным значениям узловых перемещений.

Программный комплекс может быть использован при проектировании конструкций в мостостроении и транспортном строительстве – коробчатых конструкции больших пролетов, пилонов и вантовых систем висячих мостов, мостовых опор, тоннелей; дорожных и аэродромных покрытий; насыпей, и подпорных стен.

В ПК «ЛИРА» реализованы положения следующих разделов КМК (с учетом изменений на 1.01.97):

КМК 2.01.07-96 Нагрузки и воздействия, КМК 2.03.01-96 Бетонные и железобетонные конструкции, КМК 2.01.03-96 Строительство в сейсмических районах, КМК 2.03.05-97 Стальные конструкции, КМК 2.05.03-96 Мосты и тоннели.

В результате расчета определяются все усилия в элементах системы от различных сочетаний нагрузок и выполняется проверка несущей способности каждого элемента по всем требуемым нормами условиям. Использование Программных комплексов для расчета сложных конструкций значительно ускоряет процесс расчета и проектирования, а также обеспечивает качество расчета [30].

4.4.1. Составление дискретной модели пространственной стержневой системы для реализации расчета.

Согласно проекту температура замыкания статически неопределимой системы принята $t_{зам}=+25^{\circ}\text{C}$. В соответствии с [24] абсолютно максимальная температура в районе строительства равна $T_{max}=+49^{\circ}\text{C}$, абсолютно минимальная температура равна $T_{min}=-26^{\circ}\text{C}$. В соответствии с [22] расчет выполнен на нагревание:

$$\Delta t_1 = T_{max} - t_{зам} = +24^{\circ}\text{C};$$

$$\Delta t_2 = T_{min} - t_{зам} = -51^{\circ}\text{C}.$$

Дискретная модель главной фермы с номерами элементов приведена на рис.4.5.

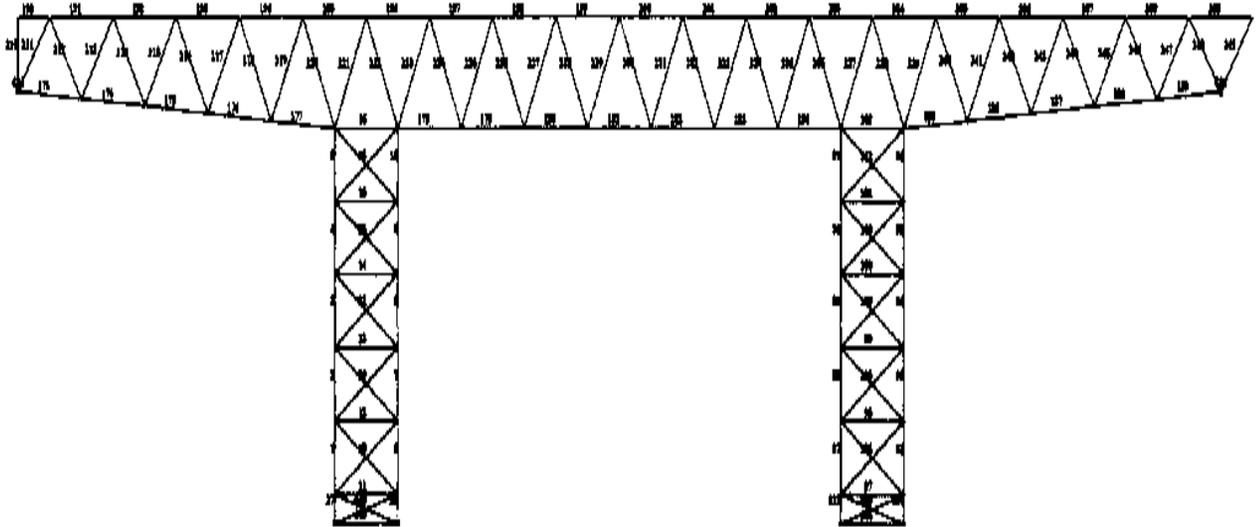


Рис.4.5. Дискретная модель главной фермы с номерами элементов

Расчет выполнялся для трех загрузжений: при первом загрузжении – действует только расчетная постоянная нагрузка при температуре замыкания; при втором загрузжении – действует расчетная постоянная нагрузка при абсолютно-максимальной температуре; при третьем загрузжении – действует расчетная постоянная нагрузка при абсолютно-минимальной температуре.

4.4.2. Усилия в элементах конструкций от воздействия температуры в самый жаркий и самый холодный периоды года.

В результате реализации расчета пространственной комбинированной системы на действие изменений температуры на основе ПК «LIRA» получены усилия в элементах системы. значения которых приводятся в табл.4.1.

4.5. Анализ результатов расчета.

Результаты расчета дают возможность проанализировать работу конструкции в различных температурных режимах. При этом можно проследить не только качественную картину изменения напряженно-деформированного состояния системы в наиболее холодное и наиболее жаркое время года, но и выполнить количественный анализ влияния изменения температуры. Далее приводится сравнительная ведомость усилий и напряжений для элементов главной фермы пролетного строения и элементов металлической опоры для различных температурных режимов.

Как видно из результатов расчета наибольший изменения напряжений в результате летнего нагревания имеют место в элементах 27, 28, 113, 114, 17-26, 88-91, 6, 87, 103-112, 187, 180, 182.

4.6. Сравнительная ведомость усилий и напряжений.

Таблица 4.2.

№№ эл-та	Состав сечения	Площадь сечения	Напряжения в элементах от пост. нагр.	Изменения напряжения в элементах от нагр. в наиб.	Изменения напряжения в элементах от нагр. в наиб.	Напряжения в элементах при наиболее невыгодном сочетании	% Влияние измен. темп. на полное
1	2	3	4	5	7	8	9
		(см ²)	Кг/см ²	Кг/см ²	Кг/см ²	Кг/см ²	%
173	340x9	151,20	276	11	-17	1220,77	0,9
179,183	380x9		140	-210	424	1349,27	32
189	580x9		90	20	-30	825,79	2,4
190	380x9		2,6	7,4	11,4	83,34	8,9
209			170	-10	17	735,78	2,3
174	340x13	218,40	390	-27	60	1670	3,6
	380x13						
188	580x13 380x13		286	-28	61	1429	4,3
175	580x11	184,80	322	-12	26	1528	1,7
	380x11						
187	340x11 380x11		27	225	283	1636	17,3

176,186	580x17	285,60	71	-3	13	670	1,9
192	380x17		-280	-20	40	-1164	1,7
207	340x17		-220	-10	30	-1054	0,95
196,203	380x17		500	-12	34	1540	2,2
198,201			-225	-25	-5	-867	2,8
177,185	580x20 380x20 340x20 380x20	453,60	-160	-2	-8	-693	1,15
16,102	580x24 380x24 340x24 380x24	403,20	-326	-43	83	-1031	4,17
178,184	580x21 380x21 340x21 380x21	352,80	-243	-103	163	-780	13,2

180,182	580x14 380x14 340x14 380x14	235,20	357	-114	283	1589	17,8
181	340x16 380x16 580x16 380x16	268,80	380	-108	240	1570	15,3
191	580x15 380x15	252,0	-266	-14	31	-1026	1,36
208	340x15		-160	-10	20	-836	1,2
194,205	380x15		85	-23	80	553	14,5
193,206	580x10 380x10	168,0	-249	-41	89	-1214	3,4
197,202	340x10 380x10		86	-30	74	662	11,2
195,204	580x19 380x19 340x19 380x19	319,20	410	-40	76	1266	6

199,200	580x24 380x24 340x24 380x24	403,20	-264	-29	69	-924	3,1
249	350x22 294x24 350x22 294x24	295,12	-170	45	-98	-803	12,2
211	350x22	283,36	-280	36	-77	-1181	6,5
248	294x22 350x22 294x22		-291	36	-83	-1175	7,1
212	300x13	140,40	321	20	-42	1273	1,57
247	312x10 300x13 312x10		383	12	-27	1403	0,86
213	300x11	141,84	-229	-20	43	-993	2
246	316x12 300x11 316x12		-283	-14	-30	-1102	2,7

214	300x10	136,32	-40	17	-30	-593	5,1
245	318x12 300x10 318x12		28	9	-18	590	1,53
215	300x10 314x10	91,40	120	-23	50	1004	4,99
244	300x10		10	-12,5	30	-847	1,48
216	300x18	216,72	-228	8	-22	-916	2,4
243	302x18 300x18 302x18		-188	6	-18	-856	2,1
217	380x17	177,20	310	-10	20	1142	1,75
242	300x16 380x17		260	-6	16	1066	1,5
218	350x30	376,80	-252	4	-10	-859	1,16
241	278x30 350x30 278x30		-230	3	-6	-831	0,72
219	380x25		385	-5	15	1241	1,2

240	282x24 380x25	257,68	357	-4	10	1199	0,8
220, 239	380x36 266x35 380x36 266x35	459,80	-290	3	-7	-1000	0,7
221	380x32 274x32	418,56	-44	18	-39	-432	9
238	380x32 274x32		-31	3	-7	-420	1,66
222	350x16	216,04	-150	-36	70	-651	5,5
237	306x17 350x16 306x17		-170	-10	20	-721	1,39
223, 236	430x36 266x39 430x36 266x39	517,08	-353	-5	3	-1133	0,44

224,235	380x34 262x32 380x34	342,24	406	6	1	1245	0,48
225,234	380x38 262x32 380x38 262x32	456,48	-285	-5	5	-901	0,55
226,233	380x22 288x20 380x22	224,80	370	17	16	1332	1,27
227,232	350x26 286x26 350x26 286x26	330,72	-235	-8	-2	-868	0,92
228,231	300x14	170,80	162	14	17	936	1,8
229,230	310x14 300x14 310x14		-130	-15	-10	-851	1,76

2-5, 93-96	450x34 340x34 450x34 340x34	537,20	-369	-109	65	-1329	8,2
7-10, 88-91	450x34 340x34 450x34 340x34	537,20	-400,32	4,84	-223,68	-1592	14,05
1,92	450x34 340x34 450x34 340x34	537,20	-388,79	-156,07	272,8	-1423	11
6,87	450x34 340x34 450x34 340x34	537,20	-370,7	102,51	-302,3	-1650	18,3
11-15, 97-101	300x15 300x10 300x15	120,0	133	6	-11	450	1,33

17-26, 103- 112	350x13 312x10 350x13	122,20	-200	-120	360	-473	25,4
27,28, 113,114	450x34 340x34 450x34 340x34	537,20	-410,68	152,62	-382,47	-1761	21,7

Выводы по четвёртому разделу

1. Так как дискретная модель рассматривают стержневой системы представляет собой совокупность более 400 стержневых конечных элементов, имеющих различные поперечные сечения и направления в пространстве, её расчёт классическими методами в ручную не возможен.

2. Наиболее целесообразным в данном случае является использование для расчёта, в том числе и на действия температуры, метода конечных элементов позволяющего наиболее точно учесть реальную работу конструкции.

3. Реализация расчёта на основе современных программных комплексов обеспечивает точность расчёта и даёт возможность проведения количественного анализа влияния изменения температуры на напряженно-деформированное состояние системы.

4. Исследования показали, что в результате перепадов температур в летнее и зимнее время напряжения в ряде элементов могут изменяться на 14-17%, что необходимо учитывать при назначении размеров элементов конструкции.

5. Полученные данные могут быть использованы при проверке выносливости элементов конструкции и прогнозировании срока службы сооружения.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ ПО ДИССЕРТАЦИИ.

1. Для проверки прочности и установления реальной несущей способности эксплуатируемого мостового перехода необходимо совершенствование методов расчёта металлических пролетных строений мостов с учётом всех внешних факторов.
2. Исследования показали, что статически неопределимые системы весьма чувствительны к изменению температуры внешней среды, учёт которых обязателен существующим нормам проектирования.
3. Совершенствование методов расчёта сложных стержневых систем целесообразно с использованием вычислительных программных комплексов.
4. Наиболее целесообразным в данном случае является использование для расчёта, в том числе и на действия температуры, метода конечных элементов позволяющего наиболее точно учесть реальную работу конструкции.
5. Исследования показали, что в результате перепадов температур в летнее и зимнее время напряжения в ряде элементов могут изменяться на 14-17%, что необходимо учитывать при назначении размеров элементов конструкции.
6. Полученные данные могут быть использованы при проверке выносливости элементов конструкции и прогнозировании срока службы сооружения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каримов И. А. Наша главная цель-решительно следовать по пути широкомасштабных реформ и модернизации страны. Доклад на заседании Кабинета Министров Республики Узбекистан от 18 января 2013 г., посвященной итогам социально-экономического развития республики в 2012 году и основным приоритетам экономической программы на 2013 год.

2.Аргирис Дж. Современные методы расчета статически неопределимых систем./ пер. с англ.под ред. проф. А. П. Филина. – Л.:Судпромгиз,1961.-875с.

3. Бобриков Б.В., Русаков И. М., Царьков А. А. Строительство мостов. –М.: Транспорт, 1987.

4. Бондарь Н.Г. и др. Динамика железнодорожных мостов. – М.: Танспорт, 1965.

5. В. А. Киселёв. Строительная механика. Общий курс: Учеб.для вузов.-4-е изд., перераб. и доп.- М.: Строиздат, 1986. – 520 с.: ил.

6. Гибшман Е. Е. Мосты и сооружения на дорогах. -М.: Транспорт,1972.

7. Гибшман Е.Е. Проектирование металлических мостов. – М.: Транспорт, 1969. –416с.

8.Дарьков А.В., Шапошников Н.Н. Строительная механика: Учеб.для строит. спец.вузов. –8-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш.шк., 1986. – 607с.: ил.

9. Журналы по: «Строительство транспортных сооружений».

10. Инструкция по проведению осмотров мостов и труб на автомобильных дорогах (ВСН 4-81) Ответственный за выпуск С. А. Мусатов / Минавтодор.- М.: Транспорт,1981. – 32с.

11.Исследования стальных и сталежелезобетонных мостов. Под ред. канд. техн. наук К. П. Большакова. М.:Транспорт, 1973. -128с.

12. Колоколов Н.М., Копац Л.Н., Файнштейн И.С. Искусственные сооружения: Учебник для техникумов трансп. стр-ва / Под ред. Н.М. Колоколова. – 3-е изд., перераб. и доп. - М.:Транспорт, 1988. – 440с.
13. КМК 2.05.03-97. Мосты и трубы/ Госкомархитекстрой РУз.- Ташкент, 2002.-452с.
14. КМК 2.01.03-96. Строительные нормы и правила. Строительство в сейсмических районах. Госкомархитекстрой. 1996.
15. КМК 3.03.02-98 «Металлические конструкции. Правила производства и приёмки работ». Ташкент., Госкомархитекстрой. 1998.
16. Мосты и тоннели на железных дорогах: Учебник для вузов / В.О. Осипов, В.Г. Храпов, Б.В. Бобриков и др.: Под ред. В.О. Осипова. – М.:Транспорт, 1988. – 367с.
17. Металлические мосты. / К. Г. Протасов, А.В. Теплицкий, С. Я. Крамарев, М. К. Никитин; Под ред. К. Н. Протасова.- М.:Транспорт,1973.-352с.
18. Отчет по техническому обследованию и инструментальному исследованию моста через Тезаб-Дарья. Ташкент, Ташжелдорпроект, 2004.
19. Проект. Новая железнодорожная линия Ташгузар-Кумкурган. Мост №4 на км 103+445. Ташжелдорпроект. 2006.
20. Проектирование металлических мостов: Учебник / А.А. Петропавловский, Н.Н. Богданов и др. Под ред. А.А. Петропавловского. – М.:Транспорт, 1982. – 320с.
21. Руководство по определению грузоподъемности металлических пролетных строений железнодорожных мостов. М. Транспорт, 1987.-217с.
22. Рекомендации по учёту сейсмических воздействий при проектировании мостов.-М.: ЦНИИС, 1983. –21с.
23. СНиП 2.01.01-82. «Строительная климатология и геофизика».
24. СНиП II-7-81. Строительство в сейсмических районах / Госстрой СССР. – М.:Стройиздат, 1985.-40с.

25. СНиП 2.05.03-84* Мосты и трубы. – М.: Стройиздат, 2002.-213с.
26. СНиП II-23-81* Стальные конструкции / Госстрой СССР. – М.:Стройиздат, 1988, 88с.
27. Стрелецкий Н. Н. Сталежелезобетонные пролетные строения мостов. - М.: Транспорт, 1981.-359с.
28. «Строительная механика» Б.У. Узакпаев, М.В. Рузиева, конспект лекций, 2001.
29. <http://www.am-bridge.narod.ru>.
30. [http:// www.nigma.ru](http://www.nigma.ru).
31. <http://www.worldbridges.com>
32. Трансконтинентал Консорциум Европа-Азия «ТЭО скоростной автомагистрали Андижан – Ташкент – Нукус – Кунград»
33. yib.uz