

JTG

Отраслевой стандарт КНР
中华人民共和国行业标准

JTG D60—2015 (RU)

**ОБЩЕПРИНЯТЫЕ ПРАВИЛА
ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОСТОВ И ТРУБ НА
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ**

公路桥涵设计通用规范

(俄文版)

ИЗДАНЫ: 09.09. 2015 г.

ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ: 01.12. 2015 г.

Министерство транспорта КНР

中华人民共和国交通运输部

公告

第9号

交通运输部关于发布 《公路桥涵设计通用规范》俄文版的公告

为促进公路工程行业标准的对外交流,现发布《公路桥涵设计通用规范》俄文版 [JTG D60—2015(RU)]。

本规范俄文版的管理权和解释权归中华人民共和国交通运输部,日常管理和解释工作由俄文版编译单位人民交通出版社股份有限公司负责。

本规范俄文版与中文版在技术内容上出现异议时,以中文版为准。

如在使用过程中发现问题或有修改建议,请函告人民交通出版社股份有限公司(地址:北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号,邮政编码:100011,电子邮箱:wym@ccpress.com.cn),以便修订时研用。

特此公告。

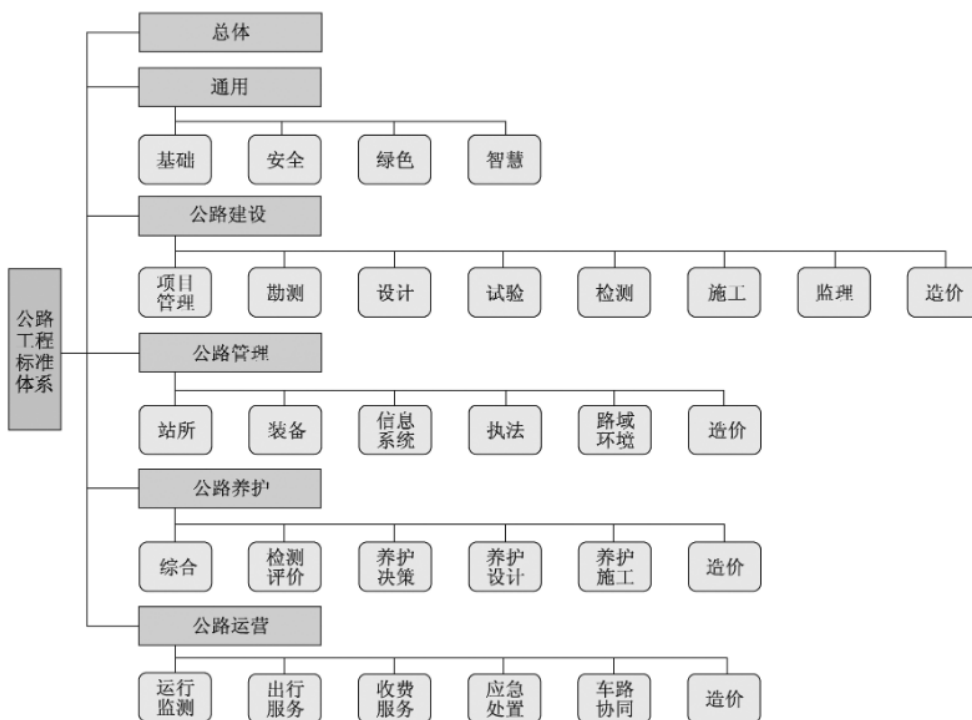
中华人民共和国交通运输部

2022年1月18日

俄文版编译出版说明

标准是人类文明进步的成果，是世界通用的技术语言，促进世界的互联互通。近年来，中国政府大力开展标准化工作，通过标准驱动创新、合作、绿色、开放共同发展。在“丝绸之路经济带”与“21世纪海上丝绸之路”，即“一带一路”倡议的指引下，为适应日益增长的全球交通运输发展的需求，增进世界连接，促进知识传播与经验分享，中华人民共和国交通运输部组织编译并发布了一系列中国公路行业标准外文版。

中华人民共和国交通运输部发布的公路工程行业标准代号为JTG，体系范围包括公路工程从规划建设到养护管理全过程所需要制定的技术、管理与服务标准，也包括相关的安全、环保和经济方面的评价等标准。



中国政府历来高度重视交通基础设施建设,不断完善公路基础设施设计相关的标准规范。20世纪80年代,中国在《公路工程技术标准》(JTJ 01-81)的基础上,开始制定公路路线、路基、路面、桥梁、涵洞等专业技术规范。1985年,中国颁布实施了《公路桥涵设计通用规范》(以下简称《规范》)(JTJ 021-85),并相继开展了1989年的第一次修订(JTJ 021-89)、2004年的第二次修订(JTG D60-2004)以及2015年的第三次修订(JTG D60-2015),经过四十多年的技术发展,建立了内容较为完整的公路桥涵设计通用指标体系和共性技术要求。本次编译的《规范》(JTJ D60-2015)中文版于2015年9月修订发布,并于2015年12月1日实施。

到2020年底,中国建成公路桥梁91.28万座、6628.55万延米,桥梁种类多,技术复杂,千米跨径的悬索桥、斜拉桥已经达到十余座,这些工程都是以中国公路桥梁系列标准作为技术依据,中国工程技术人员在公路桥梁设计、施工和养护等方面积累了丰富的工程经验,在桥梁设计理论和方法等方面开展了大量研究,这些工程经验和科研成果在《规范》中得到了充分的体现。《规范》作为公路桥涵设计的通用性标准,重点对公路桥涵设计要求、荷载标准等提出了统一规定。在指导桥涵下位规范的制修订、发展极限状态设计方法、提升桥涵结构的安全耐久水平等方面发挥了非常重要的作用。本俄文版的编译发布使中国的工程经验和科技成果与各国同行交流分享,也为其他国家类似建设条件的公路桥涵建设提供参考借鉴。

本俄文版标准的内容与现行中文版一致,如出现异议时,以中文版为准。

感谢中文版主编袁洪先生在本俄文版编译与审定期间给予的协助与支持。

如在执行过程中发现问题或有任何修改建议,请函告俄文版主编单位(地址:北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号,邮政编码:100011,电子邮箱:wym@ccpress.com.cn),以便修订时研用。

俄文版主编单位: 人民交通出版社股份有限公司

俄文版主编: 朱广山, 韩敏

俄文版参编人员: 吴有铭, 李欣, 丁遥

俄文版主审：日当纽克·瓦列里（乌克兰）

俄文版参与审查人员：李春风，李亮，王飏，
柳德米拉·伊万诺夫娜·杰廖恩科（俄罗斯）

РАСПОРЯЖЕНИЕ МИНИСТЕРСТВА ТРАНСПОРТА КНР

№.9

Распоряжение Министерства транспорта КНР об утверждении «Общепринятых правил проектирования мостов и труб на автомобильных дорогах» на русском языке

Чтобы способствовать международному обмену отраслевым стандартом в области строительства автомобильных дорог, теперь разработана русская версия [JTG D60 – 2015 (RU)] «Общепринятых правил проектирования мостов и труб на автомобильных дорогах».

Права на управление и толкование данной русской версии остаются за Министерством транспорта КНР. За повседневное толкование и управление отвечает организация по переводу и редакции АО Издательство «Народный транспорт».

В случае любых разногласий по техническому содержанию между русской версией и китайской версией преимущественную силу имеет китайская версия.

Если в процессе использования будет обнаружена какая – либо проблема или возникнут предложения по внесению поправок, пожалуйста, отправьте сообщений АО Издательство «Народный транспорт» для изучения информации и устранения недостатков. (адрес: 100011, Китай, г. Пекин, район Чаоян, ул. Аньдинмэньвэй Вэйгуаньсе, д. 3, E-mail:wym@ccpress.com.cn).

Министерство транспортаКНР

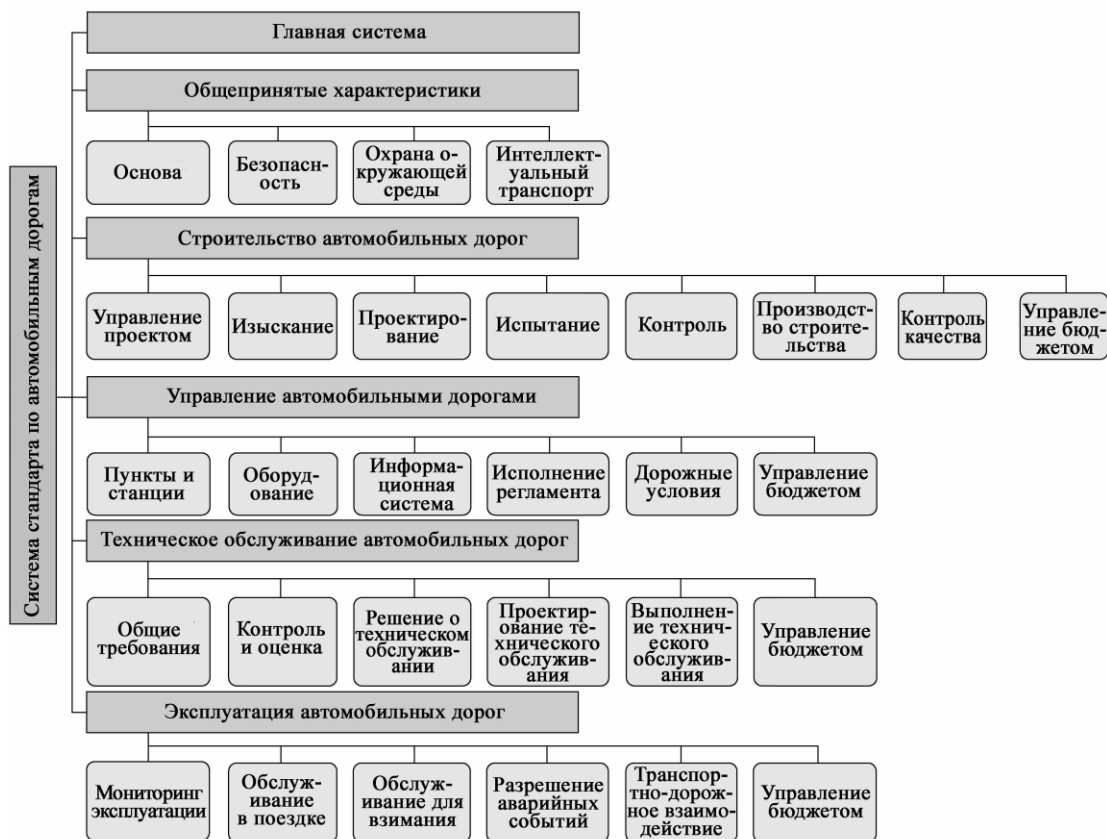
18 января 2022 года

Выдано Главным офисом Министерства транспорта КНР 19 января 2022 года

ИНФОРМАЦИЯ О РЕДАКТИРОВАНИИ, ПЕРЕВОДЕ И ИЗДАНИИ ОТРАСЛЕВОГО СТАНДАРТА НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

Отраслевые стандарты являются достижениями развития человеческой цивилизации и общепринятым в мире техническим языком. Они эффективно способствуют взаимосоединению между странами в мире. За последние годы правительство Китая энергично проводит работы по стандартизации и содействует общему развитию инноваций, сотрудничества, охраны окружающей среды и открытости путем развития отраслевых стандартов. Следуя концепции «Один пояс — один путь» т.е. Экономический Пояс Шелкового пути и Морской Шелковый Путь 21-го века, для того, чтобы удовлетворить потребности растущего глобального развития коммуникаций и транспорта, способствовать распространению знаний и обмену опытом, а также улучшить взаимодействие с другими странами, Министерство транспорта КНР организовало перевод, редактирование и издание серийных отраслевых стандартов по автомобильным дорогам в Китае на иностранных языках.

JTG является кодами отраслевых стандартов по автомобильным дорогам, изданных Министерством транспорта КНР. Область системы стандартов включает в себя все технические стандарты, включая стандарты для управления и обслуживания автомобильных дорог, установленные в процессе планирования, строительства, управления и технического обслуживания, также соответствующую оценку безопасности и защиты окружающей среды.



Китайское правительство всегда придает большое значение строительству транспортной инфраструктуры и постоянно совершенствовало нормы и правила, связанные с проектированием дорожной инфраструктуры. В 1980-х годах на основе ГОСТ JTJ01-81 «Автомобильные дороги» Китай начал разрабатывать профессиональные технические правила для трассы, земляного полотна, дорожной одежды, мостов и труб в области автомобильной дороги. В 1985 году Китай создал и внедрил JTJ 021-85 «Общепринятые правила проектирования мостов и труб на автомобильных дорогах» (далее именуемые «Правила») и последовательно выполнил первый пересмотр в 1989 году (JTJ 021-89), второй пересмотр в 2004 году (JTG D60-2004) и третий пересмотр в 2015 году (JTG D60-2015). После более чем 40-летнего технологического развития были созданы относительно полная общепринятая система показателей и общие технологические требования для проектирования мостов и труб на автомобильных дорогах. Китайская версия отредактированных и переведенных JTG D60-2015 «Правил» была пересмотрена и выпущена в сентябре 2015 года, также внедрена 1 декабря 2015 года.

К концу 2020 года в Китае было построено 912.8 тыс. автомобильных мостов, протяженность которых составляет 66285.5 тыс. м. Существуют множество типов мостов и сложные технологии по построению мостов. Было создано более десяти висячих мостов и вантовых мостов с пролетом в один километр. Эти проекты основаны на серийных стандартах для автомобильных мостов в Китае в качестве технической основы. Китайские инженерно-технические работники накопили богатый инженерный опыт в проектировании, строительстве и техническом обслуживании автомобильных мостов и провели множество исследований по теории и методам проектирования мостов. Этот инженерный опыт и результаты научного исследования были полностью отражены в «Правилах». В качестве общепринятого стандарта для проектирования мостов и труб на автомобильных дорогах «Правила» направлены на выдвижение единых правил в отношении требований к проектированию и стандартов нагрузки мостов и труб на автомобильных дорогах, так что «Правила» сыграли очень важную роль в руководстве составлением и пересмотром нижестепенных правил для проектирования мостов и труб, разработке метода проектирования предельного состояния и повышении уровня безопасности и долговечности конструкции мостов и труб. Редактирование, перевод и издание этой версии на русском языке позволяет обмениваться и делиться китайским инженерным опытом и техническими достижениями с коллегами в разных странах, а также предоставляет справочные материалы по строительству мостов и труб с аналогичными условиями строительства в других странах.

Содержание данных правил на русском языке соответствует действующим правилам на китайском языке. При наличии возражений преобладает правила на китайском языке.

Благодарим редактора правил на китайском языке господина Юань Хун за помощь и поддержку в течение редактирования, перевода и проверки правил на русском языке.

Если в процессе использования будет обнаружена какая-либо проблема или возникнут предложения по внесению поправок, пожалуйста, отправьте сообщение разработчику данного стандарта на русском языке для изучения информации и устранения недостатков. (адрес: 100011, Китай, г. Пекин, район Чаоян, ул. Аньдинмэньвэй Вэйгуаньсе, д.3, E-mail: wym@ccpress.com.cn).

Разработчик стандарта на русском языке: АО Издательство «Народный транспорт»

Технические редакторы: Чжу Гуаншань, Хань Минь

В редактировании участвовали: У Юмин, Ли Синь, Дин Яо

Ответственный редактор: Zhdanyuk Valeriy (Украина)

Корректоры: Ли Чуньфэн, Ли Лян, Ван Бяо, Людмила Ивановна Зеленко (Россия)

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с требованиями документа №[2009]190 « Уведомление о внесении плана пересмотра ГОСТ «Автомобильные дороги» в 2009 году», ООО «Институт планирования и проектирования автомобильных дорог» при Китайской акционерной корпорации транспортного строительства (CHINA COMMUNICATIONS CONSTRUCTION) в качестве разработчика, организывает пересмотр «Общепринятых правил проектирования мостов и труб на автомобильных дорогах» (JTG D60-2004). Настоящие правила являются полным пересмотром «Общепринятых правил проектирования мостов и труб на автомобильных дорогах» (JTG D60-2004). После утверждения и выдачи «Общепринятые правила проектирования мостов и труб на автомобильных дорогах» (JTG D60-2015) внесены в действие.

Группа, ответственная за пересмотр настоящих правил, выполнила многочисленные научно-исследовательские работы и учла результаты исследований и практический опыт по инженерному проектированию других отечественных организаций, также она проанализировала передовые международные стандарты и правила и гармонизировала с ними соответствующие отечественные правила. После подготовки первой редакции настоящих правил, группа разработчиков попросила высказать свое мнение соответствующих специалистов и организаций по проектированию, строительству и управлению. После многократных обсуждений и редактирования был составлен окончательный текст настоящих правил.

Настоящие правила имеют 4 главы и 1 приложение. Основные главы включают: 1. Основные положения; 2. Термины и обозначения; 3. Требования к проектированию; 4. Воздействия.

Основное содержание этого пересмотра включает: дополнение требований к общему проектированию мостов и труб; добавление соответствующих положений о

проектном сроке службы мостов и труб, безопасности дорожного движения, защите окружающей среды, долговечности, мониторинге конструкции мостов и труб и оценке рисков; повышение требований к конструкции сооружений для обслуживания мостов и труб; корректировка классификации и методов расчета сочетаний действий и стандартных требований к автомобильным нагрузкам; повышение требований к стандартным значениям, таким как усталостные нагрузки автомобилей; и дополнение требований к сейсмическим условиям проектирования.

Для корректировки настоящих правил, предложения и замечания, обнаруженные при использовании настоящих правил, направляйте в письменном виде в группу текущего управления настоящими правилами. Контактное лицо: Чжай Хуйна (100088, Китай, г. Пекин, пр. Дэ Шэн Мэн Вай, д.83 Международный центр «Дэшэн», Б-407, Тел.:(86)-010-82017041, E-mail: sssohpdi@163.com)

Разработчики: ООО «Институт планирования и проектирования автомобильных дорог» при Китайской акционерной корпорации транспортного строительства (CHINA COMMUNICATIONS CONSTRUCTION)

Также в разработке участвовали: Университет «Тунцзи»

Чунцинский транспортный университет

Главный редактор: Чжан Сиган

Основные участники разработки : Сюй Гопин, Чжао Цзюньли, Юань Хун, Фэн Минь, Фэн Лянпин, Сюй Дун, Цзоу Чжуйюй, Лю Сяоди, Ли Лисинь, Чжай Хуйна

В проверке участвовали: Гао Юйлань, Хоу Цзиньлун, Бао Вэйган, Ли Хуайфэн, Жэнь Шэнцзянь, Ван Кэхай, Шэнь Юнлинь, Мю Юйлин, Ма Сэнь, Цинь Дахан, Чэнь Айжун, Хэ Шуаньхай, Чжан Цзиньцюань, Ван Шишунь, Пэн Юаньчэн, Ли Ицянь, Ван Фуминь, Чжань Цзяньцзюнь, Си Гуаньхэн, Ван Цюаньлу, Хань Дачжан, Тянь Бо, Чэнь Чжэнь, Бао Цивэй, Хань Чжэньюн

Также участвовали: Ли Вэньцзе, Ли Хуйчи

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	1
2 ТЕРМИНЫ И ОБОЗНАЧЕНИЯ	3
2.1 Термины.....	3
2.2 Обозначения	7
3 ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ.....	9
3.1 Общие положения.....	9
3.2 Расположение мостов и труб	11
3.3 Пролет арки мостов и труб	15
3.4 Габарит мостов и труб.....	17
3.5 План и продольный профиль моста и подход к мосту	22
3.6 Требования к конструированию	24
3.7 Одежда, гидроизоляция и водоотвод на мосту	26
3.8 Обустройства для технического обслуживания и другие обустройства	28
4 ВОЗДЕЙСТВИЯ.....	30
4.1 Классификация воздействий, репрезентативные величины и сочетание воздействий	30
4.2 Постоянное воздействие	40
4.3 Переменное воздействие	47
4.4 Случайное воздействие	66
4.5 Сейсмическое воздействие	69

Описание употребляемых слов в настоящих правилах	71
Приложение Объяснение текста общепринятых правил проектирования мостов и труб на автомобильных дорогах JTG D60-2015.....	73
1 Основные положения	75
3 Требования к проектированию.....	77
4 Воздействия	94

1 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.0.1 Для оптимизации проектирования мостов и труб на автомобильных дорогах с учетом требований по безопасности, долговечности, применимости, экологичности, экономичности и эстетичности настоящие правила разработаны.

1.0.2 Настоящие правила распространяются на проектирование мостов и труб для вновь строящихся и реконструируемых автомобильных дорог разных категорий.

1.0.3 Проектный базовый период конструкции мостов и труб на автомобильных дорогах составляет 100 лет.

1.0.4 Проектные сроки службы основной конструкции и сменяемых элементов мостов и труб на автомобильных дорогах не должны быть ниже значений в табл. 1.0.4.

Табл. 1.0.4

Проектные сроки службы мостов и труб (год)

Категория автомобильных дорог	Основная конструкция			Сменяемые элементы	
	Особо большой мост Большой мост	Средний мост	Малый мост труба	Наклонная ванта Стропа Соединительная скрепа и т.д.	Перила Температурный шов Опорная часть и т.д.
Скоростная дорога, I	100	100	50	20	15
II	100	50	30		
III	100	50	30		
IV	100	50	30		

1.0.5 Требования, предъявляемые к классификации особо больших, больших, средних, и малых мостов и труб, в соответствии с длиной единичного пролета или нескольких пролетов, приведены в табл.1.0.5.

Табл. 1.0.5

Классификация мостов и труб

Классификация мостов и труб	Общая многопролетная длина L (м)	Однопролетная длина L_k (м)
Особо большой мост	$L > 1000$	$L_k > 150$
Большой мост	$100 \leq L \leq 1000$	$40 \leq L_k \leq 150$
Средний мост	$30 < L < 100$	$20 \leq L_k < 40$
Малый мост	$8 \leq L \leq 30$	$5 \leq L_k < 20$
труба	—	$L_k < 5$

Примечание:

1. Единичный пролет подразумевает стандартный пролет.
2. Общая длина нескольких пролетов балочного моста и плитного моста составляет общую длину нескольких стандартных пролетов. Общая длина нескольких пролетов арочного моста составляет расстояние между линиями пят в двух устоях моста. Для других типов мостов общая длина нескольких пролетов составляет длину проезжей части мостового полотна.
3. Без учета размера и количества пролетов и диаметра трубы, прямоугольная труба и круглая труба называются трубами.
4. Стандартный пролет: для балочных и плитных мостов определяется на основе расстояния между средними линиями двух промежуточных опор или расстояния между средней линией опор моста и передним краем спины устоя моста. Для арочных мостов и труб стандартный пролет определяется в зависимости от расстояния между опорами моста.

1.0.6 При проектировании мостов и труб на автомобильных дорогах следует выполнить расчеты на устойчивость к воздействию ветровой нагрузки, запроектировать противосейсмические мероприятия, а также противоударные и другое для уменьшения и предотвращения стихийных бедствий.

1.0.7 Проектирование мостов и труб на автомобильных дорогах должно соответствовать требованиям к защите окружающей среды и экономии ресурсов.

1.0.8 Кроме соответствия требованиям настоящих правил, проектирование мостов и труб на автомобильных дорогах должно удовлетворять требованиям действующих соответствующих государственных и отраслевых стандартов.

2 ТЕРМИНЫ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

2.1 Термины

2.1.1 Проектный базовый период

Временный параметр, выбираемый для определения значений переменного воздействия и других значений

2.1.2 Проектный срок службы

Проектный срок службы – это срок, в течение которого, в условиях нормального проектирования, нормального строительства, нормального использования и нормального обслуживания конструкция моста и трубы или структурные компоненты не нуждаются в капитальном ремонте или замене и могут использоваться по предварительному назначению.

2.1.3 Предельное состояние

Если целая конструкция или часть конструкции превысит какое-то специфическое состояние, то соответствующие назначенные требования, установленные в проектировании, не будут удовлетворены. Это специфическое состояние считается предельным состоянием такого назначения.

2.1.4 Предельное состояние несущей способности

Состояние, появляющееся в случае, если конструкция или компонент конструкции достигает максимальной несущей способности или невозможности нести нагрузку.

2.1.5 Предельное состояние при нормальной эксплуатации

Состояние, при котором конструкция или элемент конструкции достигает предельного значения при нормальной эксплуатации или установленного предельного значения по долговечности использования.

2.1.6 Проектная ситуация

Комплексные проектные условия, представляющие фактическое обстоятельство в определенный период времени. При проектировании следует обеспечить, что при таких условиях конструкция не превышает соответствующее предельное состояние.

2.1.7 Долговечность конструкции

Способность конструкции и ее элементов, обеспечивающая безопасность и пригодность за проектный срок службы в условиях воздействия окружающей среды, технического обслуживания и эксплуатации, определенных в проектировании.

2.1.8 Воздействие

Сосредоточенная сила или распределенная сила, приложенная к конструкции, (непосредственное воздействие, которое называется нагрузкой) и причины, приводящие к наружному деформированию конструкции или к деформированию заземления (косвенное воздействие).

2.1.9 Постоянное воздействие

Воздействие, постоянно существующее в течение проектного базового периода и его изменение значения пренебрегаемое по сравнению со средним значением, или его изменение является монотонным и стремится к какому-то предельному значению.

2.1.10 Переменное воздействие

Воздействие, значение которого изменяется со временем за проектный базовый период, а также по сравнению со средним значением не следует игнорировать значение изменения и его рассчитывать.

2.1.11 Случайное воздействие

Воздействие, которое не обязательно появляется за проектный базовый период, но как только это происходит, его значение велико и его продолжительность коротка.

2.1.12 Нормативное значение воздействия

Основные репрезентативные значения воздействия могут определяться в зависимости от статистики наблюдаемых данных, природного предела воздействия или инженерных опытов.

2.1.13 Сопутствующее значение переменного воздействия

Переменное значение воздействия, которое сопутствует ведущему воздействию в сочетании воздействий. Например значение сочетаний, частое значение или квазипостоянное значение.

2.1.14 Репрезентативное значение воздействия

Значение воздействия, применяющееся при проектировании предельного состояния, например нормативное значение воздействия или сопутствующее значение переменного воздействия.

2.1.15 Проектное значение воздействия

Умножение репрезентативного значения воздействия с частным коэффициентом безопасности воздействия.

2.1.16 Значение сочетания переменного воздействия

Значение воздействия, при котором вероятность превышения эффекта воздействия после сочетания и вероятность превышения эффекта воздействия нормативного значения при условии отдельного появления этого воздействия стремятся к одинаковому или значению воздействия, которое обеспечивает установленные надежные показатели конструкции после сочетания и выражается тем, что коэффициент значения сочетания уменьшает нормативное значение воздействия.

2.1.17 Частое значение переменного воздействия

Значение воздействия, при котором за проектный базовый период превышенное общее время занимает малый коэффициент расчетного базового периода или превышенная частота ограничивается в определенном диапазоне, также выражающееся тем, что коэффициент частого значения уменьшает нормативное значение.

2.1.18 Квазипостоянное значение переменного воздействия

Значение воздействия, при котором за проектный базовый период общее превышаемое время занимает большой коэффициент проектного базового периода, также выражающееся тем, что коэффициент квазипостоянного значения уменьшает нормативное значение.

2.1.19 Эффект воздействия

Реакция конструкции или элементов конструкции, производимая воздействием

2.1.20 Сочетание воздействий (сочетание нагрузок)

Комплексные проектные значения воздействий, применяющиеся для проверки надежности конструкции при каком-то предельном состоянии и при условии одновременного влияния разных воздействий.

2.1.21 Основное сочетание воздействий

Сочетание проектных значений постоянного воздействия с проектным значением переменного воздействия при проектировании предельного состояния несущей способности

2.1.22 Случайное сочетание воздействий

Сочетание нормативного значения постоянного воздействия с некоторым репрезентативным значением переменного воздействия и проектным значением случайного воздействия при проектировании предельного состояния несущей способности

2.1.23 Частое сочетание воздействий

Сочетание нормативного значения постоянного воздействия с частым значением ведущего переменного воздействия и сопутствующим переменному воздействию квазипостоянным значением при проектировании предельного состояния для нормальной эксплуатации.

2.1.24 Квазипостоянное сочетание воздействий

Сочетание нормативных сочетаний постоянного воздействия с квазипостоянным значением переменного воздействия при проектировании предельного состояния для нормальной эксплуатации.

2.1.25 Частный коэффициент безопасности

Коэффициент, применяющийся в расчетной формуле при проектировании с использованием способа предельного состояния вероятности, чтобы обеспечить надежность проектируемой конструкции, разделяющейся на частный коэффициент безопасности воздействия и частный коэффициент безопасности сопротивления.

2.1.26 Коэффициент важности конструкции

Частный коэффициент безопасности, применяющийся для обеспечения определенной надежности конструкций разных безопасных степеней.

2.2 Обозначения

2.2.1 Обозначения о характеристике материалов

R_{bk} – нормативное значение прочности льда на изгиб

R_{ik} – нормативное значение прочности на сжатие

γ – вес материалов.

2.2.2 Обозначения, связанные с воздействиями и эффектами воздействия

E – нормативное значение давления главного подвижного грунта;

E_j – нормативное значение давления статического грунта за единичную ширину
в диапазоне высоты H ;

F_{pe} – нормативное значение предварительно приложенной силы;

G_{ik} , G_{id} – нормативное и проектное значение i -го постоянного воздействия;

Q_{jk} , Q_{jd} – нормативное и проектное значение j -го постоянного воздействия;

A_d – проектное значение случайного воздействия;

S_{ud} – проектное значение эффекта основного сочетания воздействий при предельном состоянии несущей способности;

S_{ad} – проектное значение эффекта случайного сочетания воздействий при предельном состоянии несущей способности;

S_{fd} – проектное значение эффекта частого сочетания воздействий;

S_{qd} – проектное значение эффекта квазипостоянного воздействий;

σ_{pe} – эффективное предварительное напряжение предварительно-напряженной арматуры;

σ_{con} –напряжение для управления натяжением предварительно-напряженной арматуры;

σ_l –потеря предварительного напряжения предварительно-напряженной арматуры в соответствующий период.

2.2.3 Обозначения в геометрических параметрах

R – радиус кривой;

A_p – площадь сечения предварительно-напряженной арматуры;

l – пролет моста.

2.2.4 Расчетные коэффициенты и другие соответствующие обозначения

C_t – коэффициент температуры льда;

f – основная частота конструкции;

g – ускорение свободного падения;

m – коэффициент формы поверхности сваи или быка навстречу льду;

ξ – коэффициент статического давления уплотненного грунта;

φ – внутренний угол трения грунта;

λ – коэффициент бокового давления;

μ – коэффициент трения опорной части;

γ_0 – коэффициент важности конструкции;

γ_{G_i} –частный коэффициент безопасности i -го постоянного воздействия;

γ_{Q_j} –частный коэффициент безопасности j -го переменного воздействия;

γ_L –коэффициент регулирования нагрузки проектного срока службы конструкции переменного воздействия;

ψ_c – коэффициент значений сочетания переменного воздействия;

ψ_f – коэффициент частого значения переменного значения;

ψ_q – коэффициент квазипостоянного значения переменного воздействия.

3 ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ

3.1 Общие положения

3.1.1 Мосты и трубы на автомобильных дорогах следует проектировать в соответствии с функциями и технической категорией автомобильных дорог, а также с учетом местных геологических условий и удобства получения строительных материалов, строительства и технического обслуживания. За проектный срок службы следует удовлетворять требования по величине нормальной транспортной нагрузки.

3.1.2 Проектирование плана и продольного профиля мостов и труб на автомобильных дорогах должно соответствовать следующим требованиям:

1. Проектирование плана и продольного профиля средних и малых мостов и труб должно соответствовать общим проектным требованиям.
2. При проектировании плана и продольного профиля особо больших и больших мостов следует учитывать общее направления трассы, геологию, рельеф, безопасное движение, навигацию, существующие сооружения, чувствительные зоны к окружающей среды около мостов.
3. Для особо больших и больших мостов рекомендуется применять высокий показатель плоской кривой, а для продольного профиля не рекомендуется применять плоский уклон или вогнутую кривую.

3.1.3 Конструкция мостов и труб на автомобильных дорогах должна проектироваться в соответствии с предельным состоянием несущей способности и предельным состоянием при нормальной эксплуатации.

3.1.4 В соответствии с назначением разных типов, влиянием на мосты и трубы и условия окружающей среды, при проектировании мостов и труб на автомобильных дорогах следует учитывать нижеследующие четыре проектных ситуаций и выполнять проектирование этих предельных состояний:

1. Для постоянного состояния следует выполнять проектирование предельного состояния несущей способности и предельного состояния при нормальной эксплуатации.
2. Для краткосрочного состояния следует выполнять проектирование предельного состояния несущей способности, также при необходимости допускается проектирование предельного состояния при нормальной эксплуатации.
3. Для случайного состояния следует выполнять проектирование предельного состояния несущей способности.
4. При появлении землетрясения следует выполнять проектирование предельного состояния несущей способности.

3.1.5 Для стальной конструкции мостов следует выполнять проектирование на прочность и утомляемость.

3.1.6 В соответствии с соответствующими требованиями, следует оценивать риски на этапе проектирования мостов на автомобильных дорогах.

3.1.7 В соответствии с проектным срок службы и условиями окружающей среды, следует выполнять проектирование долговечности мостов и труб на автомобильных дорогах.

3.1.8 При проектировании мостов и труб на автомобильных дорогах следует

учитывать техническое обслуживание, а также обеспечивать возможность доступа, проверки, ремонта и замены.

3.1.9 Мосты и трубы на автомобильных дорогах должны вписываться в окружающую среду и ландшафт. Для особо больших мостов рекомендуется ландшафтное проектирование.

3.2 Расположение мостов и труб

3.2.1 Мосты следует комплексно проектировать в соответствии с функцией автомобильной дороги, ее категорией, пропускной способностью, устойчивостью к наводнениям и требованиями к предотвращению стихийных бедствий в сочетании с гидрологическими, геологическими, навигационными, экологическими и другими условиями, также они должны соответствовать следующим требованиям:

1. Большие и особо большие мосты должны располагаться на участке реки, имеющем прямую и стабильную речную долину, русло реки должно отвечать хорошим геологическим условиям. Пойма реки должна обладать большой проектной пропускной способностью. При определении местоположения мостов нужно избегать районов, находящиеся в непосредственной близости к реке, где существуют сдвиги пластов породы, карстовые явления, оползни и селевые потоки, а также другие проблемные геологические условия. Для местоположения мостов не рекомендуется выбирать реки, имеющие гирло, песчаные островки, староречье, крутые повороты, слияние, рабочие зоны порта и участок, где легко образуются заторы из льда и наносника.
2. Мосты на скоростных дорогах и автомобильных дорогах I категории рекомендуется проектировать раздельного типа с подъемом и спуском.

3.2.2 В случае, если на местоположении моста существуют две или более стабильных пойм реки или поток отмели занимает большую пропорцию проектного потока, а также потоки трудно вводить в одной мост, можно создавать отдельные мосты на пойме реки, отмели и гирле. Не рекомендуется использование длинной большой струенаправляющей дамбы для принудительного сосредоточения потока. В ровных, степных и растекающихся районах можно устанавливать мосты и трубы с

учетом отдельного отвода наводнения. Для природной речной долины не рекомендуются изменение, перемещение или спрямление русла реки.

3.2.3 Рекомендуется пересечение под прямым углом между продольной осевой линией моста и направлением главного потока наводнения. Для моста на судоходной реке осевая линия его быков и устоев по направлению течения должна соответствовать направлению главного течения при самом высоком судоходном уровне воды. В случае, если невозможно избежать косого пересечения, угол пересечения должен быть не более 5° . Если угол пересечения более 5° и косой мост создан прямым, рекомендуется вычислить чистое расстояние краев устоя (опоры) моста по формуле (3.2.3). Расчетная схема приведена в рис.3.2.3.

$$l_a = \frac{l + b \sin \alpha}{\cos \alpha} \quad (3.2.3)$$

Где:

l_a - чистое расстояние между краями устоя (опоры) моста относительно расчетного уровня воды (м);

l - действительный пролет, соответствующий судоходным требованиям (м);

b - длина устоя (опоры) моста (м);

α - угол, вертикальный к направлению потока пересечения с продольной осевой линией моста ($^\circ$).

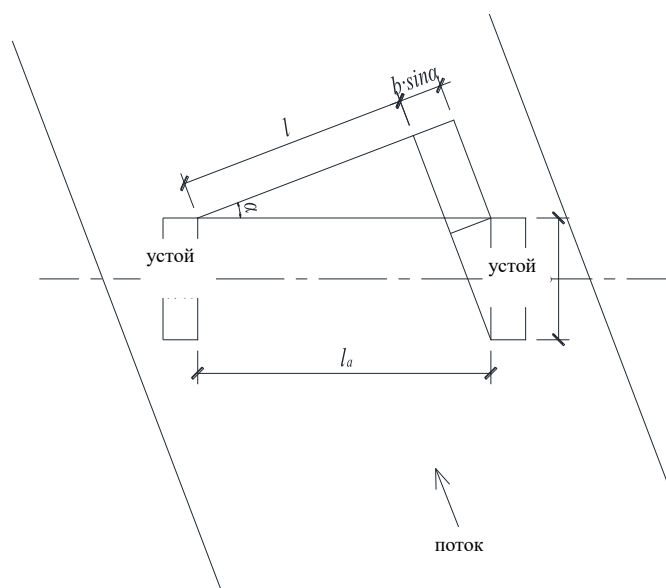


Рис.3.2.3 Расчетная схема чистого расстояния краев устоя (опоры) моста

3.2.4 Расчет гидрогеографических и гидравлических данных для мостов и труб

должен соответствовать требованиям действующих «Инженерно-геологических правил для автомобильных дорог» (JTГ С20) и «Правил проектирования гидрометрического изыскания автомобильных дорог» (JTГ С30).

3.2.5 Расположение моста для судоходной морской прохода должно соответствовать требованиям действующих «Стандартов для ввода в эксплуатацию моста для судоходного морского прохода» (JTJ 311). Размещение моста над судоходной внутринациональной рекой должно соответствовать требованиям действующих «Стандартов для ввода в эксплуатацию моста над судоходной внутринациональной рекой» (GB 50139), также с учетом развития русла реки и изменения линии пути при различном судоходном уровне воды.

3.2.6 Для моста, расположенного в судоходном водном районе, рекомендуется снижать количество быков в судоходном водном районе, а также создавать их в мелководном районе. Для быков с возможностью столкновения судов или дрефтера следует учитывать воздействие столкновений и устраивать предупреждающие знаки и необходимое антиударное обустройство.

3.2.7 В случае, если мост переходит многополосную автомобильную дорог с центральной разделительной полосой, не рекомендуется устанавливать бык в центральной разделительной полосе. При наличии необходимости установления быка, в процессе проектирования конструкции быка следует учитывать удар транспортного средства, также около быка следует предусмотреть необходимое антиударное обустройство и предупреждающие знаки и отметки.

Если бык путепровода установлен на стороне подмостовых автомобильных дорог, он не должен входить в габариты приближения автомобильных дорог. Бык рекомендуется установить за чистой зоной на стороне автомобильных дорог. При невозможности выполнить эти требования следует установить ограждение на обеих сторонах подмостовой автомобильной дороги и защитное сооружение для быка.

3.2.8 Чтобы обеспечить свободный поток воды около местоположения моста и избежать серьезной деформации поймы и берега реки, при необходимости можно построить направляющие сооружения на подъеме и спуске моста, также необходимо

следовать следующим требованиям:

1. Тип и расположение направляющих сооружений определяются с учетом характеристики реки, рельефных и геологических условий, потока отмели, судоходных требований, подхода к мосту и гидротехнических мероприятий.
2. Поверхность вершины незатопленного направляющего сооружения должна быть выше уровня проектной частоты наводнений для мостов и труб минимум на 0.25м. При необходимости следует учитывать высоту подпорной воды, высоту подъема волны, высоту частичного подъема косого потока, заиление русла реки.
3. Поверхность вершины затопленного направляющего сооружения должна превосходить бытовой горизонт воды.
4. Можно не устанавливать направляющие дамбы в случае потока на одной стороне отмели не более 15% общего потока или потока на обеих сторонах отмели не более 25% общего потока.

3.2.9 Проектная частота наводнений для мостов и труб должна соответствовать заданным в таблице 3.2.9 величинам и следующим требованиям:

Табл. 3.2.9

Проектная частота наводнений для мостов и труб

Категория автомобильных дорог	Проектная частота наводнений				
	Особо большой мост	Большой мост	Средний мост	Малый мост	Трубы и малые дренажные конструкции
Скоростная дорога	1/300	1/100	1/100	1/100	1/100
I категория	1/300	1/100	1/100	1/100	1/100
II категория	1/100	1/100	1/100	1/50	1/50
III категория	1/100	1/50	1/50	1/25	1/25
IV категория	1/100	1/50	1/50	1/25	Не требует

1. Для особо большого моста автомобильной дороги II категории и большого моста автомобильной дороги III и IV категорий при большом уклоне русла реки и наличии большой возможности размывания, рекомендуется повысить на одну

степень проектную частоту наводнений для расчета глубины размыва фундамента.

2. Проектная частота наводнений приречного продольного эстакадного моста и подхода к мосту должна соответствовать требованиям к проектной частоте наводнений для земляного полотна в действующем ГОСТ JTG B01 «Автомобильные дороги».
3. Для многопролетного особо большого моста со средними или небольшими пролетами допускается применять проектную частоту наводнений для большого моста.
4. Для автомобильных дорог III и IV категорий при наличии разрешения ограниченного разрыва можно построить низководный мост и затопленное покрытие. Их проектная частота наводнений должна определяться в соответствии с допустимой продолжительностью преграждения транспорта, влиянием на поле на верхнем и нижнем участках реки, города и села, деревни, также с учетом пролета, засоряющегося илом и песком, высоты застоя верхнего русла реки.

3.3 Пролет арки мостов и труб

3.3.1 При проектировании пролета арки мостов и труб необходимо обеспечить безопасный проход наводнения разных степеней в диапазоне проектных наводнений, ледоходов, селевых потоков и дрейфтеров, также учитывать влияние подпорной воды и размыва на верхний и нижний участки реки, чтобы обеспечить стабильность дорожной насыпи около мостов и труб.

При проектировании пролета арки мостов и труб следует учитывать состояние существующих или проектируемых мостов, труб и гидротехнических сооружений на верхнем и нижнем участках мостов, также их влияние на развитие русла реки.

При проектировании пролета арки мостов и труб следует обратить внимание на рельеф русла реки. Чрезмерное сокращение речных долин и изменение естественного состояния потока не рекомендуются.

3.3.2 Пролет арки малых мостов и труб должен определяться, в соответствии с проектным объемом наводнений, геологическим строением русла реки, формой укрепления русла реки и конического склона, также соответствовать следующим требованиям:

1. В случае недостатка гидрологических данных на основании многолетних характеристик наводнений, зон затопления и существующих мостов и труб, обследуемых на месте, можно выполнить контрольный расчет пролета арки малых мостов и труб.
2. Если на верхнем участке малых мостов и труб застой воды разрешается, можно учитывать снижение величины стока, вычисленной по стоку проливного дождя, но сниженная величина стока не должна быть более $1/4$ от общего потока.

3.3.3 Для расположения пролетов особо больших, больших и средних мостов следует выполнить проектный расчет, в соответствии с проектным объемом наводнений и характеристиками участка реки, где расположен мост, также сравнивать величины пролетов, видов конструкций, глубины залегания оснований быков и устоев, расположение подхода к мосту и направляющих сооружений.

3.3.4 При расчете размыва под мостом следует учитывать обычный размыв под мостом, причиненный сечением потока проектного наводнения после сокращения пролетов, частичный размыв, производимый загражденной водой около быков и устоев, размыв по причине естественного развития русла реки, направляющие сооружения и другие размывы на местоположении моста.

3.3.5 Расчет полной длины мостов должен быть выполнен в соответствии со следующими требованиями:

1. Для моста с устоем полная длина моста должна составлять расстояние между боковыми стенками мостовых устоев на обеих сторонах моста или расстояние между хвостовиками елочных стенок.
2. Для моста без устоя полная длина моста должна составлять длину мостового

полотна.

3.3.6 При пролетах мостов 50 м и ниже рекомендуются нормативные пролеты. Для мостов с нормативными пролетами рекомендуются сборные конструкции, механическое и заводское производство. Нормативные пролеты мостов и труб установлены следующие: 0.75м, 1.0м, 1.25м, 1.5м, 2.0м, 2.5м, 3.0м, 4.0м, 5.0м, 6.0м, 8.0м, 10м, 13м, 16м, 20м, 25м, 30м, 35м, 40м, 45м, 50м.

3.4 Габарит мостов и труб

3.4.1 Габариты мостов и труб должны соответствовать требованиям к габаритам приближения автомобильных дорог в действующем ГОСТ JTG B01 «Автомобильные дороги », а также отвечать следующим требованиям:

1. При определении чистой ширины проезжей части следует сначала учитывать ширину земляного полотна участка автомобильной дороги, соединяющегося с мостом, также обеспечивать одинаковую с земляным полотном чистую ширину проезжей части моста.
2. Если для особо большого моста, соединяющегося с многополосными дорогами, применяются монолитные пролетные строения моста, ширина центральной разделительной полосы должна определяться согласно типу ограждения. После выполнения обоснования ширина обочины может определяться минимальной величиной, установленной в действующем ГОСТ JTG B01 «Автомобильные дороги ».
3. На скоростной дороге и автомобильной дороге в качестве магистральной автомобильной дороги при ширине правой обочины особо большого моста менее 0.25м и длине моста более 1000м рекомендуется установить полосы аварийной остановки и переходные участки. Ширина полосы аварийной остановки должна составлять 3.50м, включая ширину обочины. Действующая длина не должна быть менее 40м. Зазор не рекомендуется более 500м.
4. Различные защитные средства и знаки, установленные на мосте, не должны занимать габариты приближения мостов и труб.

3.4.2 Расположение тротуаров, велосипедных дорожек и защитного средства должно соответствовать следующим требованиям:

1. На мосте над скоростной дорогой не рекомендуется устанавливать тротуары. Установка тротуаров и велосипедных дорожек на мосту над автомобильной дорогой I, II, III и IV категорий должна определяться по мере надобности, также согласовываться с трассой автомобильной дороги. Между тротуаром, велосипедной дорожкой и полосой движения следует установить ограждение или бордюры. Ширина одной велосипедной дорожки должна составлять 1.0м. При установке отдельной велосипедной дорожки рекомендуется ширина не менее двух велосипедных дорожек. Ширина тротуара рекомендуется 1.0 м. При ширине более 1.0м увеличение должно происходить с шагом 0.5м. Для низководного моста и затопленного покрытия можно не предусматривать тротуары.
2. Ширина полосы для низкоскоростного движения тракторов или гужевых транспортных средств должна определяться в зависимости от местной интенсивности движения и видов тракторов или гужевых транспортных средств. При устройстве по одной стороне моста, ее ширина не должна быть менее ширины, требуемой для двухстороннего движения.
3. Ограждения на мосту должны устанавливаться в соответствии с требованиями «Проектных правил устройства транспортной безопасности для автомобильных дорог» (JTG D81).
4. Высота бордюров может определяться на 0.25-0.35м. Если мост проходит через бурный поток, большую реку, глубокую долину, важную дорогу, железную дорогу, основной судоходный путь, а также если на проезжей части моста постоянно существуют снег и лед, рекомендуется большая высота бордюров.

3.4.3 Подмостовой габарит должен определяться согласно расчетному уровню воды (подпорная вода и высота волны учитываются в проектный уровень воды) или максимальному уровню ледохода и с учетом безопасной высоты, также соответствовать нижеследующим требованиям:

1. При наличии опасности образования ледяного затора или плавающего материала в реке согласно исследовательским данным на основе расчетного уровня воды с учетом местных конкретных ситуаций установлен соответствующий припуск в качестве основы для определения подмостового габарита. Для реки, имеющей заиление, следует надлежащим образом увеличивать подмостовой габарит.
2. Для судоходной реки или реки, где существуют плоты для сплава, подмостовой габарит должен соответствовать требованиям судоходных стандартов или требованиям к плотам для сплава. Для судоходных путей, имеющих оборонные и особые требования (например для кораблей для бурения нефтяных скважин), их судоходные стандарты должны определяться после обсуждения с соответствующими подразделениями.
3. На несудоходной реке или реке без судов для сплава и в несудоходном пролете моста над судоходной рекой подмостовой габарит не должен быть менее значений, установленных в табл. 3.4.3.

Табл.3.4.3

Минимальный подмостовой габарит для несудоходной реки

Элементы моста		Выше расчетного уровня воды на (м)	Выше максимальной поверхности ледохода на (м)
Днище балки	Нет большого плавающего материала в паводковый период	0.50	0.75
	Наличие большого плавающего материала в паводковый период	1.50	—
	Наличие селевый поток	1.00	—
Верхняя поверхность подферменного камня		0.25	0.50
Пята арки с петлями		0.25	0.25

4. Для пят арки без петель проектное наводнение может их затопить, но не рекомендуется превышать $2/3$ высоты стрелы арки, также чистая высота с нижней поверхностью вершины арки до расчетного уровня воды не должна быть менее 1.0м.

5. В несудоходном водохранилище или водохранилище без плотов для сплава, расстояние нижней поверхности балки или нижней поверхности вершины арки без петель до поверхности воды не должно быть менее суммы 0.75 раза высоты волны 0.25м.

3.4.4 Трубы рекомендуется проектировать безнапорного типа. Чистая высота наивысшей точки в безнапорных трубах до стандартного уровня воды проектной частоты наводнений в трубах должна соответствовать требованиям, установленным в табл.3.4.4.

Табл. 3.4.4

Чистая высота наивысшей точки в безнапорных трубах до самой высокой поверхности тока

Чистая высота входа трубы (или внутренний диаметр) h (м)	Круглая труба	Арочная труба	Прямоугольная труба
$h \leq 3$	$\geq h/4$	$\geq h/4$	$\geq h/6$
$h > 3$	$\geq 0.75\text{м}$	$\geq 0.75\text{м}$	$\geq 0.5\text{м}$

3.4.5 Подмостовой габарит путепровода при наличии пересечения в разных уровнях должен соответствовать следующим требованиям:

1. Кроме того, что подмостовой габарит и расположение пролетов путепровода при пересечении между автомобильными дорогами должны соответствовать требованиям в разделе 3.4.1 настоящих правил, также удовлетворять требованиям к расстоянию видимости для подмостовых автомобильных дорог и опознаванию сведений. Конструкция и форма путепровода должны быть согласована с окружающей средой.
2. Если железная дорога переходит автомобильную дорогу, подмостовой габарит и расположение пролетов путепровода должны соответствовать требованиям в разделе 3.4.1 настоящих правил, также удовлетворять требованиям к расстоянию видимости для подмостовых автомобильных дорог и опознаванию сведений.
3. Подмостовой габарит путепроводов при наличии пересечения в разных уровнях между деревянной дорогой и автомобильной дорогой составляет:

1) Если деревянная дорога проходит над автомобильной дорогой, подмостовой габарит путепроводов должен соответствовать требованиям, установленным в разделе 3.4.1 Габарит приближения;

2) Если деревянная дорога проходит под автомобильной дорогой, подмостовой габарит путепроводов может определяться согласно местным транспортным средствам и пересечениям. Чистая высота тротуаров должна быть не менее 2.2м. чистая ширина должна быть не менее 4.0м;

3) Чистая высота проходов для тракторов и транспортных средств, приводимых в движение мускульной силой животных, должна быть не менее 2.7м. Их чистая ширина должна быть не менее 4.0м;

4) Чистая высота проходов для транспортных средств должна быть не менее 3.2м. Их чистая ширина должна быть не менее 4.0м;

5) Чистая высота проходов для сельскохозяйственных машин должна быть не менее 3.5м. Их чистая ширина должна быть не менее 6.0м.

3.4.6 В соответствии с интенсивностью движения транспортных средств и типом сельскохозяйственных машин, ширина проезжей части переходного моста для автотранспортных средств допускается 4.5м или 7.0м. Автомобильная нагрузка должна соответствовать требованиям к автомобильной нагрузке на автомобильных дорогах IV категории, установленным в разделе 4.3.1 настоящих правил. Ширина проезжей части пешеходного моста должна быть не менее 3.0м. Нагрузка от пешеходов должна соответствовать требованиям, установленным в разделе 4.3.6 настоящих правил.

3.4.7 Расположение канализаций и трубопроводов должно соответствовать следующим требованиям:

1. Для расположения линий связи, электрических линий, кабелей и трубопроводов нельзя занимать габарит приближения мостов и труб на автомобильных дорогах и препятствовать транспортной безопасности мостов и труб, также

конструкции и сооружению мостов и труб.

2. Огнеопасным, взрывоопасным и высоковольтным канализациям или трубопроводам запрещено проходить через автодорожные мосты. Безопасное расстояние между трубопроводом для перекачки природного газа и особо большим, большим и средним мостами должно быть не менее 100м, а безопасное расстояние от малых мостов - не менее 50 м.
3. Минимальный зазор между мостом и осью пилона высоковольтных линий, проходящих через реку, должен составлять не менее одной высоты пилона. Пересечения высоковольтных линий с мостами и трубами должны соответствовать требованиям, установленным в действующих «Правилах для проектирования трассы автомобильных дорог» (JTG D20).

3.5 План и продольный профиль моста и подход к мосту

3.5.1 Проектирование продольного уклона моста должно осуществляться в соответствии со следующими требованиями:

1. Рекомендуемый продольный уклон на мосту составляет не более 4%, а продольный уклон подхода к мосту - не более 5%. План и продольный профиль двух подходов к мосту должны соотноситься с планом и продольным профилем моста.
2. Для моста, расположенного в городе или селе с интенсивным движением автотранспортных средств, продольный уклон на мосту и продольный уклон подхода к мосту не должны быть более 3%.
3. Для моста, где легко появляются обледенение и снежный покров, рекомендуемый продольный уклон на мосту составляет не более 3%.

3.5.2 В районе с наводнением с учетом влияния высоты подпорной воды, высоты волны, превышения излучины реки и заиления русла реки, высота обочины подхода к мосту для особо больших, больших и средних мостов должна быть выше уровня воды при проектной частоте наводнений более 0.5м. Высота обочины подхода к малому

мосту или трубе рекомендуется выше уровня подпорной воды перед мостом или трубой более 0.5м (не учитывая высоту волны). Высота обочины напорных или полунпорных мостов или труб рекомендуется выше уровня подпорной воды перед трубой более 1.0м.

3.5.3 Конус и подход в начале моста должны соответствовать следующим требованиям:

1. Для строительства конуса в начале моста и подхода, расположенного за устоем в диапазоне длины 5-10м, можно применять песчаный грунт. В неморозном районе без водопроницаемого грунта можно получать грунт на месте и после выполнения обработки его использовать.
2. При наличии выкладочного покрытия в диапазоне первой высоты 8м под краем обочины уклон перпендикулярных линий на обеих сторонах конусовидного уклона и устоя не рекомендуется круче значения 1:1, а в диапазоне высоты 8-12м не рекомендуется круче значения 1:1.25. Для земляного полотна выше 12м угол бокового откоса при земляном полотне ниже 12м должен определяться после выполнения расчета, но не должен быть круче значения 1:1.5. Около бокового откоса перед устоем рекомендуется установить платформу конусовидного уклона шириной 0.5-2.0м. Для конусовидного уклона без разрыва наводнения угол уклона не круче значения 1:1.25 может применяться. Для бокового откоса, часто затопленного наводнением, угол уклона не должен быть круче значения 1:2.
3. Для закладного, железобетонного свайного или рядового свайного устоя угол конусовидного уклона не должен быть круче значения 1:1.5. Для конусовидного уклона без разрыва наводнения при защите допускается угол уклона круче значения 1:1.25.
4. Для поверхности бокового откоса конусовидного уклона и подхода в районе наводнения следует установить выкладочное покрытие, в соответствии с проектной скоростью течения. Высота выкладочного покрытия: для особо больших, больших и средних мостов должна быть выше расчетного уровня

более 0.5м, а для малых мостов должна быть выше суммы проектного уровня и уровня подпорной воды (без учета высоты волны) более 0.25м. При наличии встречного ветра, мерзлоты или плавающего материала, высота выкладочного покрытия должна соответственно повышаться.

3.5.4 На задней стороне боковой стены устоя и на стороне консоли консольного моста, длина закладки в верхнюю точку конусовидного уклона на начале моста должна быть не менее 0.75м (вычислено после осуществления полной осадки земляного полотна и конусовидного уклона).

3.5.5 В начале мостов для скоростных дорог, автомобильных дорог I, II и III категорий рекомендуется установить железобетонную переходную плиту. Установка железобетонной переходной плиты должна соответствовать следующим требованиям:

1. Железобетонная переходная плита длиной менее 5м не рекомендуется. При высоте устоя не менее 5м не рекомендуется железобетонная переходная плита длиной менее 8м.
2. Ширина железобетонной переходной плиты рекомендуется на одном вертикальном уровне с внутренним краем боковой стеной устоя. Изоляция накладке рекомендуется с использованием гибкого материала. Ее минимальная ширина должна быть не менее ширины полосы движения.
3. Железобетонная переходная плита толщиной менее 0.25м не рекомендуется. Для железобетонной переходной плиты длиной не менее 6м толщина менее 0.30м не рекомендуется.

3.6 Требования к конструированию

3.6.1 Конструкция мостов и труб должна соответствовать следующим требованиям:

1. В процессе изготовления, транспортировки, монтажа и эксплуатации, конструкция мостов и труб должна иметь установленные прочность, жесткость, стабильность и долговечность.

2. Для конструирования мостов и труб следует по возможности снижать дополнительное и частичное напряжение.
3. Форма и конструкции должны быть удобными для изготовления, строительства и технического обслуживания.
4. Качество и технические характеристики материалов для сооружений мостов и труб должны соответствовать требованиям действующего стандарта.

3.6.2 Для верхнего и нижнего строения мостов и труб следует установить деформационный шов или температурный шов по необходимости, также разместить телескопическое устройство. Для многопролетных балочных (плитных) мостов на скоростных дорогах и автомобильных дорогах I категории рекомендуется секционно применять непрерывную конструкцию. Непрерывная проезжая часть моста допускается.

3.6.3 Для малых мостов и труб можно разработать и укрепить русло реки на входе и выходе, или в районе, где расположены мосты и трубы. При необходимости на входе и выходе следует установить устройство для снижения и предотвращения размыва.

3.6.4 Для низководного моста следует по возможности снижать площадь водного заграждения проезжей части и быка. Соединение пролетного строения с быками и устоями обязательно должно быть надежным, также следует предпринимать необходимые меры для защиты основания моста от размыва.

3.6.5 Мосты и трубы должны иметь необходимые вентиляционные, водосточные, защитные мероприятия и рабочий пункт для технического обслуживания.

3.6.6 Для мостов, имеющих перильные ограждения, перильные ограждения должны надежно соединяться с проезжей частью моста. По видам перильных ограждений для выполнения соединения можно применять непосредственную закладку в землю, анкерные болты и закладные арматуры.

3.6.7 При проектировании мостов с перильными ограждениями перильные ограждения должны удовлетворять требованиям к напряжению. Их высота не должна

быть менее 1.1м, также следует обратить внимание на их внешний вид.

3.6.8 Проектирование опорной части мостов должно соответствовать следующим требованиям:

1. Опорная часть мостов может использоваться согласно пролетам, формам конструкций, значению противодействующей силы, сдвигу упорного места и значению деформации угла разворота. Для мостов можно использовать плитную резиновую опорную часть, четырехфтористую салазковую резиновую опорную часть, тазовую резиновую опорную часть и шариковую стальную опорную часть. Плитная резиновая опорная часть с шаровым сегментом или скошенная плитная резиновая опора не рекомендуется.
2. На продольной единичной опоре моста рекомендуется установить ряд продольных опорных частей. При установке продольной части по поперечному направлению моста следует учитывать влияние пустоты опорной части.
3. Верхняя и нижняя сквозная поверхность опорной части должны быть горизонтальными.
4. Для быков и устоев следует предусмотреть рабочий пункт для монтажа, технического обслуживания и замены опоры, также и защитное сооружение.

3.6.9 Телескопическое устройство на проезжей части моста должно обеспечить свободное расширение и сокращение, также соответствовать требованиям к нагрузке и деформации, чтобы автотранспортные средства стабильно проходили. Телескопическое устройство должно иметь хорошую водоупорность и дренажное свойство, также удобство для технического обслуживания и ухода.

3.7 Одежда, гидроизоляция и водоотвод на мосту

3.7.1 Одежда должна соответствовать следующим требованиям:

1. Одежда должна согласовываться с покрытием автомобильной дороги.

2. Для одежды следует иметь совершенную водонепроницаемую и канализационную системы.
3. При выполнении одежды следует принимать во внимание пролетное строение моста.
4. Для одежды особо больших и больших мостов на скоростных дорогах и автомобильных дорогах I категории рекомендуется применять железобетон.

3.7.2 Одежда должна быть обеспечена гидроизоляционной работой. На обратной стороне устоя по типу кладки кирпича и камня и между щекой арки арочного моста и наполнителем следует устроить гидроизоляцию и дренажный прорез.

3.7.3 Толщина одежды асфальтобетонного покрытия на скоростных дорогах и автомобильных дорогах I и II категорий не рекомендуется менее 70мм, а ее толщина на автомобильных дорогах ниже II категории не рекомендуется менее 50мм. Одежда асфальтобетонного покрытия на мостах должна соответствовать действующим «Правилам проектирования асфальтового покрытия автомобильных дорог» (JTG D50).

3.7.4 Толщина одежды цементобетонного покрытия (без учета выравнивающего и подстилающего слоя) рекомендуется не менее 80мм. Прочность бетона должна быть не менее С40. В одежде цементобетонном покрытия следует применять арматурную сетку. Диаметр арматуры должен быть не менее 8мм. Ячейки сетки рекомендуется не более 100мм. Одежда цементобетонного покрытия должна соответствовать действующим «Правилам проектирования цементобетонного покрытия автомобильных дорог» (JTG D40).

3.7.5 Конструкция асфальтобетонной одежды стального покрытия моста из ортотропной пластины должна применяться в зависимости от плана и продольного профиля моста, напряженного состояния конструкции моста, фактического состояния мостового полотна, местных метеорологических условий и условий окружающей среды, характеристики материалов для одежды.

3.7.6 Водоотвод покрытия, устоя и опорного сооружения должен соответствовать

требованиям действующих «Правил для проектирования водоотвода на автомобильных дорогах» (JTG/TD33), также при необходимости следует установить необходимую дренажную систему и водозаборное сооружение для стока на покрытии моста.

3.8 Обустройства для технического обслуживания и другие обустройства

3.8.1 Для мостов и труб следует устраивать проход для технического обслуживания. Для особо больших и больших мостов при необходимости следует устраивать необходимую площадку для проверки, лестницу, внутреннее освещение, крышку колодца, специальную машину для технического обслуживания. В случае применения вершины быка в качестве площадки для технического обслуживания при необходимости следует установить защитное сооружение для быка.

3.8.2 На особо больших и больших мостах следует установить долговременные наблюдательные пункты. При необходимости у быков и устоев особо больших, больших и средних мостов можно установить водоуказатель или знаки.

3.8.3 Для вант, тяг, ребер арки и других несущих элементов следует устраивать необходимое сооружение для защиты от удара.

3.8.4 В соответствии с требованиями соответствующих правил, для моста следует выполнить проектирование противоминной защиты и установить грозоупорное устройство.

3.8.5 Для особо больших, больших и средних мостов по необходимости можно установить противопожарное, осветительное и навигационное оборудование, рабочее помещение для технического обслуживания, склад и кабинеты для дежурных. При необходимости можно установить аварийный телефон.

3.8.6 Для крупного строительства моста, имеющего сложную технологию, по необходимости можно установить необходимое устройство для наблюдения конструкции.

3.8.7 Для части моста, пересекающей автомобильную или железную дорогу, следует

установить защитную от бросков сеть.

4 ВОЗДЕЙСТВИЯ

4.1 Классификация воздействий, репрезентативные величины и сочетание воздействий

4.1.1 При проектировании мостов и труб на автомобильных дорогах применяются четыре типа воздействий, а именно: постоянное воздействие, переменное воздействие, случайное воздействие и сейсмическое воздействие, приведенные в табл. 4.1.1.

Табл.4.1.1

Классификация воздействий

П/п	Классификация	Название
1	Постоянное воздействие	Гравитация конструкции (включая дополнительная гравитация конструкции)
2		Предварительно приложенная сила
3		Гравитация грунта
4		Боковое давление грунта
5		Воздействие усадки и ползучести бетона
6		Плавуемость воды
7		Воздействие смещения основания
8	Переменное воздействие	Автомобильная нагрузка
9		Ударная сила автотранспортного средства
10		Центробежная сила автотранспортного средства
11		Боковое давление грунта, причиненное автомобильным средством
12		Тормозная сила автотранспортного средства
13		Нагрузка от пешеходов

14		Усталостная нагрузка
15		Ветровая нагрузка
16		Гидродинамическое давление
17		Давление льда
18		Сила волны
19		Воздействие температуры (равномерной температуры и градиентной температуры)
20		Сопrotивление трения опорной части
21		Воздействие удара судов
22	Случайное воздействие	Воздействие удара дрейфтера
23		Воздействие удара автотранспортного средства
24	Сейсмическое воздействие	Сейсмическое воздействие

4.1.2 При проектировании мостов и труб на автомобильных дорогах для различных воздействий следует применять различные репрезентативные значения в соответствии со следующими требованиями:

1. Репрезентативное значение постоянного воздействия составляет его нормативное значение. Нормативное значение постоянного воздействия может определяться согласно статистике, расету и инженерным опытам.
2. Репрезентативные значения постоянного воздействия включают нормативное значение, значение сочетания, частое значение и квазипостоянное значение. Значение сочетания, частое значение и квазипостоянное значение могут определяться соответственным умножением нормативного значения переменного воздействия на коэффициент значения сочетания ψ_c , коэффициент частого значения ψ_f и коэффициент квазипостоянного значения ψ_q .
3. Для случайного воздействия проектное значение применяется в качестве репрезентативного значения. Случайное значение может определяться в соответствии с историческими данными, наблюдением на месте, испытанием и инженерными опытами, или в соответствии со специальными требованиями соответствующих стандартов.

4. Репрезентативное значение сейсмического воздействия составляет его нормативное значение, которое должно определяться в соответствии с требованиями действующих «Правил о борьбе с землетрясением для автомобильных дорог» (JTG B02).

4.1.3 В качестве проектного значения воздействий нужно умножить нормативное значение или значение сочетания воздействий на соответствующие частные коэффициенты безопасности воздействий.

4.1.4 При проектировании конструкции мостов и труб на автомобильных дорогах следует учитывать воздействия, имеющие возможность одновременного появления по конструкции. При проектировании сочетаний воздействий, выполненных согласно предельному состоянию несущей нагрузки и предельному состоянию при нормальной эксплуатации, следует принимать самый неблагоприятный эффект сочетания по следующим требованиям:

1. Сочетать только такие воздействия, которые имеют возможность одновременного появления по конструкции в ходе строительства. В случае, если для конструкции или конструктивного элемента требуется контрольный расчет по различному направлению напряжения, то следует выполнить расчет согласно самому неблагоприятному эффекту сочетания воздействий по различному направлению.
2. Если появление переменного воздействия принесет благоприятное влияние на конструкцию или конструктивный элемент, то такое воздействие не должно участвовать в сочетании. Для воздействий без возможности одновременного появления или воздействий, имеющих малую вероятность одновременного участия в сочетании, в соответствии с требованиями в табл. 4.1.4 их не учитывать для участия в сочетании.

Таблица одновременного сочетания переменного воздействия

Название воздействий	Воздействие, не одновременно участвующее в сочетании с данным воздействием
Тормозная сила автотранспортного средства	Динамическое давление, давление льдов, сила волны, сопротивление трения опорной части
Гидродинамическое давление	Тормозная сила автотранспортного средства, давление льдов, сила волны
Сила волны	Тормозная сила автотранспортного средства, гидродинамическое давление, давление льда
Давление льда	Тормозная сила автотранспортного средства, гидродинамическое давление, сила волны
Сопротивление трения опорной части	Тормозная сила автотранспортного средства

3. Сочетание воздействий в процессе строительства должна определяться в зависимости от потребности в расчете и условий конструкции. Строительных работников по конструкции и строительные инструменты и оборудование следует учитывать в качестве переменного воздействия. Для комбинированного моста в случае применения лежня в качестве строительной опоры расчет эффекта сочетания воздействий рекомендуется выполнить на два этапа. Нагрузка на лежень является первым этапом, а нагрузка на комбинированную балку – вторым этапом.
4. Многочисленные случайные воздействия не одновременно участвуют в комбинации.
5. Сейсмическое воздействие со случайным воздействием не одновременно участвуют в сочетании.

4.1.5 При проектировании конструкции мостов и труб на автомобильных дорогах на основе предельного состояния несущей способности для длительной проектной ситуации и короткой проектной ситуации следует применять основное сочетание воздействий, а для случайной проектной ситуации следует применять случайное сочетание воздействий, для сейсмической проектной ситуации следует применять сейсмическое сочетание воздействий, также соответствовать следующим требованиям:

1. Основное сочетание: сочетание проектных значений постоянного воздействия с проектным значением переменного воздействия.

1) Проектное значение эффекта основного сочетания воздействий может быть вычислено согласно следующей формуле:

$$S_{ud} = \gamma_0 S \left(\sum_{i=1}^m \gamma_{G_i} G_{ik}, \gamma_{Q_1} \gamma_L Q_{1k}, \psi_c \sum_{j=2}^n \gamma_{L_j} \gamma_{Q_j} Q_{jk} \right) \quad (4.1.5-1)$$

или

$$S_{ud} = \gamma_0 S \left(\sum_{i=1}^m G_{id}, Q_{1d}, \sum_{j=2}^n Q_{jd} \right) \quad (4.1.5-2)$$

Где: S_{ud} - Проектное значение эффекта основного сочетания воздействий при предельном состоянии несущей способности;

$S(\)$ - функция эффекта сочетания воздействий;

γ_0 - коэффициент важности конструкции, применяемый согласно степеням безопасности для проектирования конструкции приведенным в табл. 4.1.5-1. При проектировании предельного состояния несущей способности согласно длительному и короткому состоянию степень безопасности для проектирования мостов и труб на автомобильных дорогах должна соответствовать требованиям, приведенным в табл. 4.1.5-1. Для степеней безопасности для проектирования I, II и III соответственно следует принимать 1.1, 1.0 и 0.9;

γ_{G_i} - частный коэффициент безопасности i -го постоянного воздействия, также должен применяться в соответствии с требованиями в табл. 4.1.5-2;

G_{ik}, G_{id} - нормативное и проектное значение i -го постоянного воздействия;

γ_{Q_1} - частный коэффициент безопасности автомобильной нагрузки (включая ударную и центробежную силу). При расчете с использованием нагрузки на полосу движения принимать $\gamma_{Q_1}=1.4$, а при расчете с использованием нагрузки от автотранспортных средств для частного коэффициента безопасности принимать $\gamma_{Q_1}=1.8$. В случае значения эффекта какого-то переменного воздействия в сочетании больше эффекта автомобильной нагрузки такое воздействие заменяет автомобильную нагрузку. Для его частного коэффициента безопасности принимать $\gamma_{Q_1}=1.4$. Для конструкции или устройства,

специально предназначенных для несения какого-то воздействия, при проектировании для частного коэффициента безопасности этого воздействия принимать $\gamma_{Q_1}=1.4$. Для расчета частичной нагрузки проезжей части и перил тротуаров для частного коэффициента безопасности принимать $\gamma_{Q_1}=1.4$;

Q_{1k} , Q_{1d} - нормативное значение и проектное значение автомобильной нагрузки (включая ударную и центробежную силу автотранспортного средства);

γ_{Q_i} - частный коэффициент безопасности другого i -го переменного воздействия в сочетании воздействий кроме автомобильной нагрузки (включая ударную и центробежную силу автотранспортного средства) и ветровой нагрузки, принимать $\gamma_{Q_i}=1.4$, но для частного коэффициента безопасности ветровой нагрузки принимать $\gamma_{Q_i}=1.1$;

Q_{jk} , Q_{jd} - нормативное значение и проектное значение другого i -го переменного воздействия в сочетании воздействий, кроме автомобильной нагрузки (включая ударную и центробежную силу автотранспортного средства);

ψ_c - коэффициент значений сочетаний других переменных воздействий в сочетании воздействий, кроме автомобильной нагрузки (включая ударную и центробежную силу автотранспортного средства), принимать $\psi_c=0.75$;

$\psi_c Q_j$ - значение сочетания j -го переменного воздействия в сочетании воздействий, кроме автомобильной нагрузки (включая ударную и центробежную силу автотранспортного средства) ;

γ_{L_j} - регулирующий коэффициент нагрузки проектного срока службы конструкции j -го переменного воздействия. Если выбор значения проектного срока службы конструкции мостов и труб на автомобильных дорогах соответствует действующим ГОСТ JTG B01 «Автомобильные дороги», для регулирующего коэффициента нагрузки проектного срока службы переменного воздействия принимать $\gamma_{L_j}=1.0$, иначе выбор значения γ_{L_j} должен определяться

после выполнения специального исследования.

2) В случае, если можно учитывать воздействие и эффект воздействия согласно линейной зависимости, проектное значение эффекта основного сочетания воздействий S_{ad} может быть вычислено путем суммирования алгебр эффекта воздействий.

3) При проектировании извилистого моста в случае одновременного воздействия центробежной силы и тормозной силы в сочетании нормативное значение или проектное значение тормозной силы следует принимать 70%.

2. Случайное сочетание: Сочетание нормативных значений постоянного воздействия, какого-то репрезентативного значения переменного воздействия и проектного значения одного случайного воздействия;

Для переменного воздействия, одновременно появляющегося со случайным воздействием, можно применять частое значение или квазипостоянное значение по данным наблюдения и инженерным опытам.

1) Вычисление проектного значения эффекта случайного сочетания воздействий может быть выполнено по следующей формуле:

$$S_{ad} = S(\sum_{i=1}^m G_{ik}, A_d, (\psi_{f1} \text{ или } \psi_{q1}) Q_{1k}, \sum_{j=2}^n \psi_{qj} Q_{jk}) \quad (4.1.5-3)$$

Где: S_{ad} - проектное значение эффекта случайного сочетания воздействий при предельном состоянии несущей способности;

A_d - проектное значение случайного воздействия;

ψ_{f1} - коэффициент частого значения автомобильной нагрузки (включая ударную и центробежную силу автотранспортного средства), принимать $\psi_{f1} = 0.7$. В случае эффекта какого-то переменного воздействия в сочетании больше эффекта автомобильной нагрузки это воздействие заменяет автомобильную нагрузку. Нагрузка от пешеходов $\psi_f = 1.0$, ветровая нагрузка $\psi_f = 0.75$, воздействие температурного градиента $\psi_f = 0.8$, другое воздействие $\psi_f = 1.0$;

$\psi_{q1} Q_{1k}$ - частое значение автомобильной нагрузки;

ψ_{qj}, ψ_{qj} - коэффициент квазипостоянного значения первого и j-го переменного

воздействия, автомобильная нагрузка (включая ударную и центробежную силу автотранспортного средства) $\psi_q=0.4$, нагрузка от пешеходов $\psi_q=0.4$, ветровая нагрузка $\psi_q=0.75$, воздействие температурного градиента $\psi_q=0.8$, другое воздействие $\psi_q=1.0$;

$\psi_{qi}Q_{ik}$, $\psi_{qj}Q_{jk}$ - квазипостоянное значение первого и j-го переменного воздействия.

2) В случае, если можно учитывать воздействие и эффект воздействия согласно линейной зависимости, проектное значение эффекта случайного сочетания воздействий S_{ad} может быть вычислено путем суммирования алгебр эффекта воздействий.

3. Проектное значение эффекта сейсмического сочетания воздействий должно быть вычислено в соответствии с требованиями действующих «Правил по борьбе с землетрясением для автомобильных дорог» (JTG B02).

Таблица 4.1.5-1

Степени безопасности для проектирования конструкции мостов и труб на автомобильных дорогах

Степени безопасности для проектирования	Следствие после нарушения	Область применения
Степень I	Очень опасно	1. Для особо больших, больших и средних мостов на автомобильных дорогах всех категорий; 2. Для малых мостов на скоростных дорогах, дорогах I и II категорий, автомобильных дорогах оборонного значения и дорогах с большой интенсивностью движения недалеко от городов
Степень II	Опасно	1. Для малых мостов на автомобильных дорогах III и IV категорий; 2. Для труб на скоростных дорогах, дорогах I и II категорий, автомобильных дорогах оборонного значения и дорогах с большой интенсивностью движения недалеко от городов
Степень III	Не опасно	Для труб на автомобильных дорогах III и IV категорий;

Примечание:

Особо большие, большие и средние мосты, приведенные в данной таблице, определяются в соответствии с величиной одного пролета в таблице 1.0.5 данных правил, а для мостов со многими или неравными

пролетами определяться на основе самого большого пролета.

Таблица 4.1.5-2

Частный коэффициент безопасности постоянного воздействия

П/п	Виды воздействий		Частный коэффициент безопасности постоянного воздействия	
			При наличии неблагоприятного влияния на несущую способность конструкции	При наличии благоприятного влияния на несущую способность конструкции
1	Гравитация бетонной конструкции и кладки кирпича (включая дополнительную гравитацию конструкции)		1.2	1.0
	Гравитация стальной конструкции (включая дополнительную гравитацию конструкции)		1.1 или 1.2	
2	Предварительно приложенная сила		1.2	1.0
3	Гравитация грунта		1.2	1.0
4	Воздействие усадки и ползучести бетона		1.0	1.0
5	Боковое давление грунта		1.4	1.0
6	Плавуемость воды		1.0	1.0
7	Воздействие смещения основания	Бетонная конструкция и кладка кирпича	0.5	0.5
		Стальная конструкция	1.0	1.0

Примечание:

В номере 1 данной таблицы при применении стальной проезжей части для стального моста принимать частный коэффициент безопасности постоянного воздействия на 1.1, а при применении бетонной проезжей части принимать на 1.2.

4.1.6 При проектировании конструкции мостов и труб на автомобильных дорогах согласно предельному состоянию нормальной эксплуатации следует применять частое сочетание воздействий или квазипостоянное сочетание воздействий по разным требованиям к проектированию, также необходимо следовать следующим требованиям:

1. Частое сочетание. Сочетание нормативных значений квазипостоянного воздействия, частого значения автомобильной нагрузки и квазипостоянного значения другого переменного значения

1) Вычисление проектного значения эффекта частого сочетания воздействий может быть выполнено по следующей формуле:

$$S_{fd} = S\left(\sum_{i=1}^m G_{ik}, \psi_{f1} Q_{1k}, \sum_{j=2}^n \psi_{qj} Q_{jk}\right) \quad (4.1.6-1)$$

Где: S_{fd} - проектное значение эффекта частого сочетания воздействий;

ψ_{f1} - коэффициент частого значения автомобильной нагрузки (не учитывая удар автотранспортного средства), принимать 0.7.

2) В случае, если можно учитывать воздействие и эффект воздействия согласно линейной зависимости, проектное значение эффекта частого сочетания воздействий S_{fd} может быть вычислено путем суммирования алгебр эффекта воздействий.

2. Квазипостоянное сочетание. Сочетание нормативных значений постоянного воздействия и квазипостоянного значения переменного воздействия

1) Вычисление проектного значения эффекта квазипостоянного сочетания воздействий может быть выполнено по следующей формуле:

$$S_{qd} = S\left(\sum_{i=1}^m G_{ik}, \sum_{j=1}^n \psi_{qj} Q_{jk}\right) \quad (4.1.6-2)$$

Где: S_{qd} - проектное значение эффекта квазипостоянного сочетания воздействий;

ψ_{qj} - коэффициент квазипостоянного воздействия автомобильной нагрузки (не учитывая удар автотранспортного средства), принимать 0.4.

2) В случае, если можно учитывать воздействие и эффект воздействия согласно линейной зависимости, проектное значение эффекта квазипостоянного сочетания воздействий S_{qd} может быть вычислено путем суммирования алгебр эффекта воздействий.

4.1.7 При проектировании прочности на утомляемость стальных конструктивных

элементов, кроме особого требования, для всех воздействий следует применять нормативное значение. Частный коэффициент безопасности воздействия должен составлять 1.0.

4.1.8 В случае, если для конструктивных элементов требуется расчет напряжения на сечении в упругой стадии, кроме особого требования, для всех воздействий следует применять нормативное значение. Частный коэффициент безопасности воздействия должен составлять 1.0. Предельные значения всех напряжений должны определяться в соответствии с правилами для проектирования.

4.1.9 При контрольном вычислении устойчивости против кренов и скольжения коэффициент устойчивости, частный коэффициент безопасности воздействий и коэффициент трения должны определяться по разным конструкциям и в соответствии с правилами для проектирования мостов и труб. Коэффициент трения опорной части может применяться в соответствии с требованиями в табл. 4.3.13.

4.1.10 В процессе навесной сборки и перевозки гравитация элементов должна быть умножена на динамический коэффициент 1.2 (при наличии неблагоприятного влияния на конструкцию) или 0.85 (при наличии благоприятного влияния на конструкцию), также по конкретной ситуации элементов ее можно рационально уменьшать или увеличивать.

4.2 Постоянное воздействие

4.2.1 Гравитация конструкции включает в себя: собственный вес конструкции, вес одежды моста и обустройства, дополнительную гравитацию. Расчет нормативного значения гравитации конструкции может быть выполнен по формуле (4.2.1) и в соответствии с объемным весом нередких материалов, указанных в табл. 4.2.1.

$$G_k = \gamma V \quad (4.2.1)$$

Где: G_k - нормативное значение гравитации конструкции (кН);

γ - объемный вес материалов (кН/м³);

V - объем (м³).

Таблица 4.2.1

Объемный вес нередких материалов

Виды материалов	Объемный вес (кН/м ³)	Виды материалов	Объемный вес (кН/м ³)
Сталь, литая сталь	78.5	Бутовая кладка на растворе	23.0
Чугун	72.5	штучная кладка без раствора или бутовый камень	21.0
Цинк	70.5	Асфальтобетон	23.0~24.0
Свинец	114.0	Асфальтный щебень	22.0
Латунь	81.1	Щебень (гравий)	21.0
Бронза	87.4	Насыпной грунт	17.0~18.0
Железный бетон или предварительно напряженный бетон	25.0~26.0	Заполненный камень	19.0~20.0
Бетон или бутобетон	24.0	Известковый бетон, известковый грунт	17.5
штучная кладка на растворе или тесаный камень	24.0~25.0	—	—

4.2.2 Расчет предварительно приложенной силы должен соответствовать следующим требованиям:

1. При проектировании предельного состояния при нормальной эксплуатации и при расчете напряжения элементов в этапе эксплуатации для предварительно приложенной силы следует, в качестве постоянного воздействия, вычислить его главный и второстепенный эффект, также учитывать потери предварительного напряжения в соответствующей стадии, но не учитывать дополнительный эффект, причиненный увеличением внецентренности предварительно приложенной силы.
2. При проектировании конструкции при предельном состоянии несущей способности предварительно приложенная сила не должна применяться в качестве воздействия, а предварительно-напряженная арматура должна стать частью противодействия конструкции, но для непрерывной балки и другой гиперстатической конструкции следует учитывать второстепенный эффект, причиненный предварительно приложенной силой.

3. Нормативное значение предварительно приложенной силы может рассчитываться по следующей формуле:

$$F_{pe} = \sigma_{pe} A_p \quad (4.2.2-1)$$

$$\sigma_{pe} = \sigma_{con} - \sigma_l \quad (4.2.2-2)$$

Где: F_{pe} - нормативное значение предварительно приложенной силы (кН);

A_p - площадь сечения предварительно-напряженной арматуры (м²);

σ_{pe} - действующее предварительное напряжение предварительно-напряженной арматуры (кПа);

σ_{con} - напряжение управления натяжением предварительно-напряженной арматуры (кПа);

σ_l - потеря предварительного напряжения предварительно-напряженной арматуры в соответствующей стадии (кПа).

4.2.3 Гравитация грунта и бокового давления грунта могут рассчитываться по следующим формулам:

1. Нормативное значение давления статического грунта может рассчитываться по следующим формулам:

$$e_j = \xi \gamma h \quad (4.2.3-1)$$

$$\xi = 1 - \sin \varphi \quad (4.2.3-2)$$

$$E_j = \frac{1}{2} \xi \gamma H^2 \quad (4.2.3-3)$$

Где: e_j - давление статического грунта на любой высоте h (кПа);

ξ - коэффициент давления статического грунта уплотненного грунта;

γ - объемный вес грунта (кН/м³);

φ - внутренний угол трения грунта;

h - высота с вершины насыпного грунта до любой точки (м);

H - высота насыпного грунта (м);

E_j - нормативное значение статического грунта за единичную ширину в диапазоне высоты H (кН/м).

При расчете устойчивости против кренов и скольжения боковое давление грунта,

неразмываемого под поверхностью земли перед быком, устоем, подпорной стеной.

2. Нормативное значение давления главного подвижного грунта может рассчитываться по следующим формулам (рис.4.2.3-1):

1) В случае без изменения характеристики слоя грунта и без автомобильной нагрузки нормативное значение давления главного подвижного грунта, действующего на устой и около подпорной стены, может рассчитываться по следующим формулам:

$$E = \frac{1}{2} B \mu \gamma H^2 \quad (4.2.3-4)$$

$$\mu = \frac{\cos^2(\varphi - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos(\alpha + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\alpha + \delta) \cos(\alpha - \beta)}} \right]^2} \quad (4.2.3-5)$$

Где: E - нормативное значение давления главного подвижного грунта (кН);

γ - объемный вес грунта (кН/м³);

B - расчетная ширина устоя или расчетная длина подпорной стены (м);

H - расчетная высота слоя грунта (м);

β - угол, заключенный между поверхностью насыпного грунта и горизонтальной поверхностью. При расчете давления главного подвижного грунта за устоем или подпорной стеной для значения β следует принимать положительное значение по рис. 4.2.3-1 а). При расчете давления главного подвижного грунта перед устоем или подпорной стеной для значения β следует принимать отрицательное значение по рис. 4.2.3-1 б).

α - угол, заключенный между устоем или спиной подпорной стены и вертикальной поверхностью. При наличии спины стены вниз (рис. 4.2.3-1) принимать положительное значение, иначе принимать отрицательное значение;

δ - угол трения между спиной устоя или спиной стены и насыпным грунтом, можно принимать $\delta = \varphi/2$.

Точка приложения силы давления главного подвижного грунта вычислена с нижней поверхности расчетного слоя грунта, $C=H/3$.

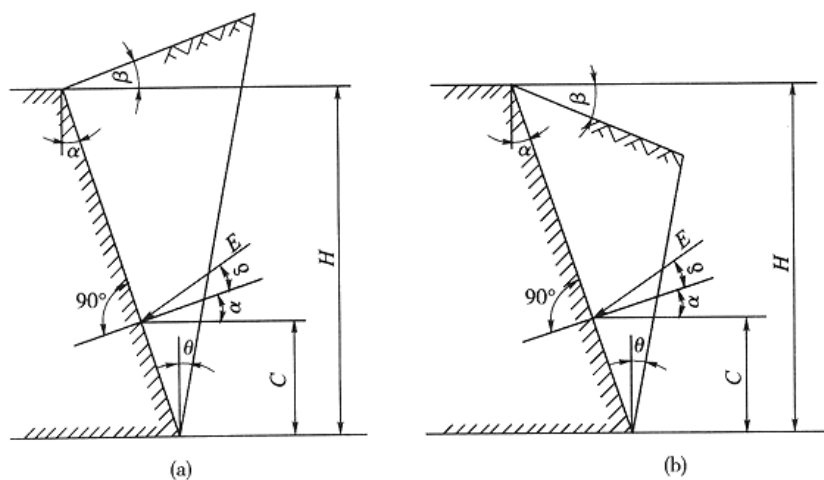


Рис. 4.2.3-1 Система давления главного подвижного грунта

2) В случае без изменения характеристики слоя грунта и при наличии автомобильной нагрузки нормативное значение давления главного подвижного грунта, действующего на устой и за подпорной стеной, может рассчитываться по следующим формулам при условии $\beta = 0$:

$$E = \frac{1}{2} B \mu \gamma H (H + 2h) \quad (4.2.3-6)$$

Где: h - толщина равнорасположенного слоя грунта для автомобильной нагрузки (м).

Точка приложения силы давления главного подвижного грунта вычислена с нижней поверхности расчетного слоя грунта, $C = \frac{H}{3} \times \frac{H + 3h}{H + 2h}$.

3) При условии $\beta = 0$ значение тангенса угла θ , заключенного между поверхностью разрыва разрушенной призмы и вертикальной линией, может рассчитываться по следующей формуле:

$$\tan \theta = -\tan \omega + \sqrt{(\cot \varphi + \tan \omega)(\tan \omega - \tan \alpha)} \quad (4.2.3-7)$$

$$\omega = \alpha + \delta + \varphi$$

3. При наличии изменения характеристики слоя грунта или влияния уровня воды рекомендуется послойно вычислить боковое давление грунта.
4. Объемный вес грунта и угол внутреннего трения должны определяться согласно обследованию или испытанию, а при условии без действительных данных могут применяться в соответствии с табл. 4.2.1 и действующими «Правилами для

проектирования основания и фундамента мостов и труб на автомобильных дорогах» (JTG D63).

5. Для быков и устоев в типе столба, несущих боковое давление грунта, расчетная ширина давления грунта, действующего на столб, может применяться в соответствии со следующими требованиями (рис. 4.2.3-2):

1) При условии $l_i \leq D$ расчетная ширина давления грунта, действующего на каждый столб, может рассчитываться по следующей формуле:

$$b = \frac{nD + \sum_{i=1}^{n-1} l_i}{n} \quad (4.2.3-8)$$

Где: b - расчетная ширина давления грунта (м);

D - диаметр или ширина столба (м);

l_i - расстояние в свету между столбами (м);

n - количество столбов.

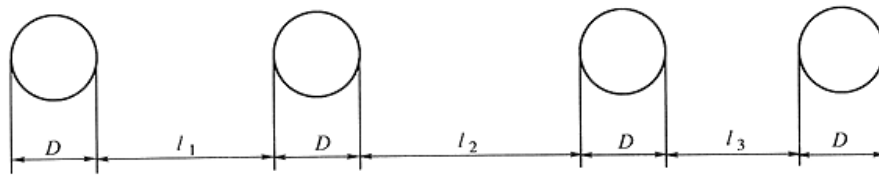


Рис. 4.2.3-2 Расчетная ширина бокового давления грунта столба

2) При условии $l_i > D$ следует учитывать уменьшение зазоров между столбами согласно диаметру или ширине столбов.

При условии $D \leq 1.0$ м расчетная ширина давления грунта, действующего на каждый столб, может рассчитываться по следующей формуле:

$$b = \frac{D(2n-1)}{n} \quad (4.2.3-9)$$

При условии $D > 1.0$ м расчетная ширина давления грунта, действующего на каждый столб, может рассчитываться по следующей формуле:

$$b = \frac{n(D+1)-1}{n} \quad (4.2.3-10)$$

6. Нормативное значение интенсивности вертикального и горизонтального давления гравитации уплотненного насыпного грунта может рассчитываться по следующим формулам:

$$\text{Интенсивность вертикального давления } q_v = \gamma h \quad (4.2.3-11)$$

$$\text{Интенсивность горизонтального давления } q_H = \lambda \gamma h \quad (4.2.3-12)$$

$$\lambda = \tan^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) \quad (4.2.3-13)$$

Где: γ - объемный вес грунта (кН/м³);

h - расчетная высота с сечения до вершины дорожной одежды (м);

λ - коэффициент бокового давления.

4.2.4 Воздействие усадки и ползучести бетона может применяться согласно следующим требованиям:

1. Для наружной статически неопределимой бетонной конструкции и железобетонной конструкции следует учитывать воздействие усадки и ползучести бетона.
2. Тензометрическое окончательное значение усадки бетона может рассчитываться в соответствии с требованиями действующих «Правил проектирования железобетонных и предварительно напряженных бетонных мостов и труб на автомобильных дорогах» (JTG D62).
3. При расчете ползучести бетона можно предположить показание линейного отношения между медленным изменением и напряжением бетона.

4. При расчете эффекта воздействия усадки щеки арки кладки кирпича бетона, например с учетом влияния ползучести, можно умножить эффект воздействия на коэффициент уменьшения 0.45.

4.2.5 Плавуемость воды может определяться согласно следующим требованиям:

1. Для быков и устоев моста, базовый горизонт фундамента, который расположен на водопроницаемом основании, при проверке устойчивости следует учитывать плавучесть проектного уровня. При проверке несущей способности основания можно только учитывать плавучесть низкого уровня, или не учитывать плавучесть воды.
2. Для быков и устоев моста, фундамент которых вставлен в водонепроницаемое основание, можно не учитывать плавучесть воды.
3. Для плавучести, действующей на базовый горизонт свайных ростверков, следует учитывать полную площадь днища. Для свайных ростверков, сваи которых вставлены в водонепроницаемое основание и бетон вливается для уплотнения, нельзя учитывать плавучесть свай. При расчете плавучести базового горизонта свайных ростверков следует исключить площадь сечения свай.
4. В случае, если невозможно определить водопроницаемость основания, следует сочетать водопроницаемую и водонепроницаемую ситуации с другими воздействиями, потом выбрать самую неблагоприятную ситуацию.
5. Нормативное значение плавучести воды может быть вычислено по следующей формуле:

$$F = \gamma V_w \quad (4.2.5)$$

Где: F - нормативное значение плавучести воды (кН);

γ - объемный вес воды (кН/м³);

V_w - объем отводной воды от конструкции (м³).

4.2.6 Для статически неопределимой конструкции с учетом длительного влияния деформации, образовавшейся в результате уплотнения основания, следует вычислить эффект компонента по окончательной величине смещения.

4.3 Переменное воздействие

4.3.1 При проектировании мостов и труб на автомобильных дорогах расчетная диаграмма автомобильной нагрузки, классы нагрузки и их нормативное значение,

форма загрузки и продольное и поперечное уменьшение должны соответствовать следующим требованиям:

1. Автомобильная нагрузка делится на два класса: автомобильная дорога – I (в дальнейшем АД-I) и автомобильная дорога – II (в дальнейшем АД-II).
2. Автомобильная нагрузка состоит из нагрузки на полосу движения и нагрузки от автотранспортных средств. Для общего анализа и расчета конструкции мостов применяется нагрузка на полосу движения. Для частичного анализа, расчета конструкции мостов, анализа и расчета труб, устоя, давления грунта подпорной стены используется нагрузка от автотранспортных средств. Нельзя одновременно рассматривать нагрузку от автотранспортных средств и нагрузку на полосу движения.
3. Проектные классы автомобильной нагрузки для мостов и труб на автомобильных дорогах всех категорий должны соответствовать заданным в таблице 4.3.1-1 требованиям.

Таблица 4.3.1-1

Классы автомобильной нагрузки

Категория автомобильных дорог	Скоростная дорога	I	II	III	IV
Класс автомобильной нагрузки	АД-I	АД-I	АД-I	АД-II	АД-II

1) Для автодороги II категории в качестве дороги для слияния и распределения с неинтенсивным движением и небольшим количеством тяжеловесных машин, при проектировании мостов и труб допускается применять автомобильную нагрузку АД-II.

2) Для автодороги с большим количеством тяжело нагруженных машин из элементов движения рекомендуется применять автомобильную нагрузку, согласующуюся с элементами движения на этой автомобильной дороге, а также выполнить полный или частичный контрольный расчет конструкции.

4. Расчетная диаграмма нагрузки на полосу движения приведена в рис. 4.3.1-1.

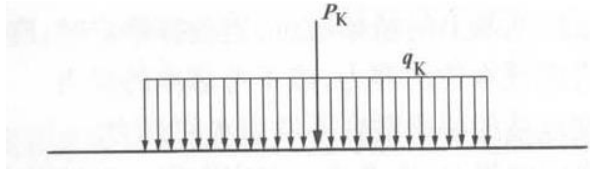


Рис. 4.3.1-1 Нагрузка на полосу движения

1) Нормативное значение равномерно распределенной нагрузки на полосу движения АД – I составляет $q_k=10.5\text{кН/м}$. Нормативное значение P_k сосредоточенной нагрузки должно определяться в соответствии с заданными в табл. 4.3.1-2 требованиями. При расчете эффекта сдвигающего усилия, нормативное значение сосредоточенной нагрузки следует умножить на коэффициент 1.2.

Таблица 4.3.1-2

Диапазон значения P_k сосредоточенной нагрузки

Расчетный пролет L_0 (м)	$L_0 \leq 5$	$5 < L_0 < 50$	$L_0 \geq 50$
P_k (кН)	270	$2 (L_0 + 130)$	360

Примечание: расчетный пролет: Для моста с опорной частью - горизонтальное расстояние между двумя центрами двух опорных частей. Для моста без опорной части - горизонтальное расстояние между центрами соединительной части пролетных строений с опорами моста .

2) Нормативное значение равномерно распределенной нагрузки на полосу движения АД-II q_k и нормативное значение сосредоточенной нагрузки P_k должны быть кратны 0.75 нагрузки на полосу движения АД – I.

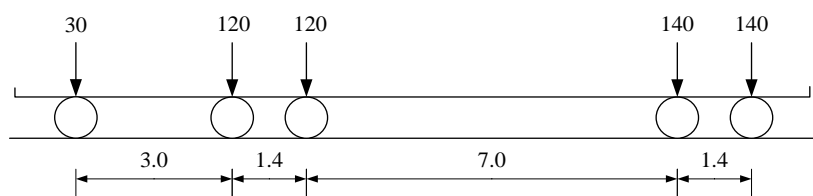
3) Нормативное значение равномерно распределенной нагрузки на полосу движения должно быть полностью расположена на линиях влияния с одинаковыми номерами, которые могут причинить самый неблагоприятный эффект для конструкции. Нормативное значение сосредоточенной нагрузки воздействует только на одну пиковую величину линии влияния из соответствующих линий влияния.

5. Фасадный и планарный габарит нагрузки от автотранспортных средств приведен в рис. 4.3.1-2. Ее основные технические показатели приведены в табл. 4.3.1-3. Для автомобильной нагрузки АД-I и АД-II применяется одинаковое нормативное значение нагрузки от автотранспортных средств.

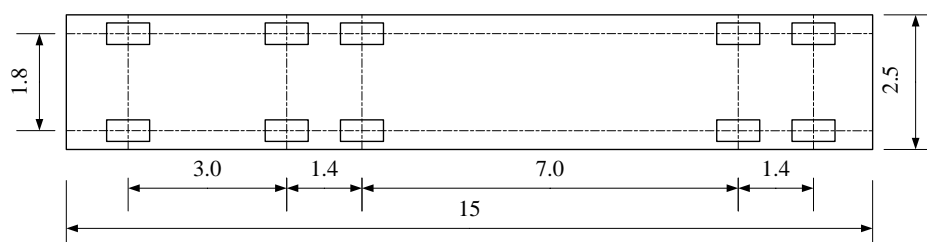
Таблица 4.3.1-3

Основные технические показатели нагрузки от автотранспортных средств

Объект	Единица	Технический показатель	Объект	Единица	Технический показатель
Нормативное значение тяжести автотранспортных средств	кН	550	Колесная база	м	1.8
Нормативное значение тяжести передней оси	кН	30	Ширина и длина посадки переднего колеса	м	0.3*0.2
Нормативное значение тяжести средней оси	кН	2*120	Ширина и длина посадки среднего и заднего колеса	м	0.6*0.2
Нормативное значение тяжести задней оси	кН	2*140	Габарит автотранспортных средств(длина*ширина)	м	15*2.5
Осевое расстояние	м	3+1.4+7+1.4	—	—	—



а) Фасадное распределение



б) Планарный габарит

Рис. 4.3.1-2 Фасадный и планарный габарит нагрузки от автотранспортных средств (единица габарита: м; единица нагрузки: кН)

6. Коэффициент поперечного распределения нагрузки от автотранспортных средств должен рассчитываться согласно распределению нагрузки на полосу движения, приведенному в рис. 4.3.1-3 .

7. Количество проектных полос движения на мостах и трубах должно соответствовать заданным в табл.4.3.1-4 требованиям. При поперечном распределении многополосной автомобильной нагрузки следует предусматривать уменьшение автомобильной нагрузки. При распределении однополосной автомобильной нагрузки следует предусматривать повышение нагрузки от автотранспорта. Коэффициент поперечного распределения нагрузки на полосу движения должен соответствовать заданным величинам в табл. 4.3.1-5. При распределении нагрузки на многополосной дороге недопустимо, чтобы ее эффект был не меньше эффекта нагрузки при распределении на двухполосной дороге.
8. Для автомобильной нагрузки на мосту с большим пролетом следует предусматривать продольное уменьшение. При расчетном пролете моста более 150м следует выполнить уменьшение с использованием коэффициента продольного уменьшения, установленного в табл. 4.3.1-6. Для моста с многопролетной непрерывной конструкцией следует выполнить продольное уменьшение целой конструкции согласно максимальному расчетному пролету и с учетом эффекта автомобильной нагрузки.

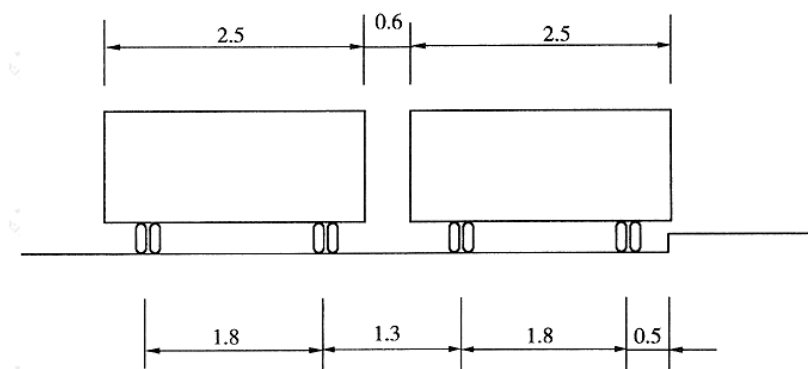


Рис. 4.3.1-3 Поперечное распределение нагрузки от автотранспортных средств (единица габарита: м)

Таблица 4.3.1-4

Проектное количество полос движения для мостов и труб

Ширина проезжей части W (м)		Проектное количество полос движения для мостов и труб
При одностороннем движении автотранспортного средства	При двухстороннем движении автотранспортного средства	
$W < 7.0$		1
$7.0 \leq W < 10.5$	$7.0 \leq W < 14.0$	2
$10.5 \leq W < 14.0$		3
$14.0 \leq W < 17.5$	$14.0 \leq W < 21.0$	4
$17.5 \leq W < 21.0$		5
$21.0 \leq W < 24.5$	$21.0 \leq W < 28.0$	6
$24.5 \leq W < 28.0$		7
$28.0 \leq W < 31.5$	$28.0 \leq W < 35.0$	8

Таблица 4.3.1-5

Коэффициент полос движения с поперечно распределенной нагрузкой

Количество полос движения с поперечно распределенной нагрузкой (шт.)	1	2	3	4	5	6	7	8
Коэффициент полос движения с поперечно распределенной нагрузкой	1.20	1.00	0.78	0.67	0.60	0.55	0.52	0.50

Таблица 4.3.1-6

Коэффициент продольного уменьшения

Расчетный пролет L_0 (м)	Коэффициент продольного уменьшения	Расчетный пролет L_0 (м)	Коэффициент продольного уменьшения
$150 < L_0 < 400$	0.97	$800 \leq L_0 < 1000$	0.94
$400 \leq L_0 < 600$	0.96	$L_0 \geq 1000$	0.93
$600 \leq L_0 < 800$	0.95	—	—

4.3.2 Ударная сила автомобильной нагрузки должна быть вычислена согласно следующим требованиям:

1. Для верхнего строения, стальной опорной части, плитной резиновой опорной части, тазовой резиновой опорной части и железобетонного быка и устоя в типе столба стального моста, железобетонного или предварительно напряженного бетонного моста, арочного моста кладки кирпича следует вычислить воздействие удара автотранспортного средства.
2. Для арочных мостов и труб толщиной набивки (включая толщину дорожной одежды) не менее 0.5м и гравитационного быка и устоя не следует учитывать ударную силу.
3. Ударная сила опорной части выбирается по разным мостам.
4. Для определения нормативного значения ударной силы автомобильной нагрузки необходимо умножить нормативное значение автомобильной нагрузки на коэффициент удара μ .
5. Коэффициент удара может рассчитываться по следующим формулам:

$$\text{При значении } f < 1.5 \text{ Гц} \quad \mu = 0.05$$

$$\text{При значении } 1.5 \text{ Гц} \leq f \leq 14 \text{ Гц} \quad \mu = 0.1767 \ln f - 0.0157 \quad (4.3.2)$$

$$\text{При значении } f > 14 \text{ Гц} \quad \mu = 0.45$$

Где: f - основная частота конструкции (Гц).

6. Ударный коэффициент при условии частичного загрузения автомобильной нагрузки и на косолевой плите Т-образной балки и коробчатой балки принимает 0.3.

4.3.3 Центробежная сила автомобильной нагрузки может рассчитываться согласно следующим требованиям:

1. Для криволинейного моста следует вычислить центробежную силу, причиненную автомобильной нагрузкой. Чтобы получить нормативное значение центробежной силы автомобильной нагрузки, нужно умножить нормативное значение нагрузки от автотранспортных средств (не учитывая ударную силу), заданное в разделе 4.3.1 настоящих правил, на коэффициент

центробежной силы C , который вычисляется согласно следующей формуле:

$$C = \frac{v^2}{127R} \quad (4.3.3)$$

Где: v —проектная скорость (км/ч), которая должна применяться согласно проектной скорости автомобильной дороги, где расположен мост;

R - радиус кривой (м).

2. При расчете центробежной силы автомобильной нагрузки многополосного моста, следует умножить нормативное значение нагрузки от автотранспортных средств на коэффициент полос движения с поперечно распределенной нагрузкой, установленный в табл. 4.3.1-5.

3. Точка приложения центробежной силы расположена на высоте 1.2 м над проезжей частью. Для упрощенности расчета можно переложить ее на проезжую часть, также не учитывать эффект воздействия, произведенный этим.

4.3.4 Для давления грунта, причиненного автомобильной нагрузкой, применяется нагрузка от автотранспортных средств, которая может рассчитываться согласно следующим требованиям:

1. Боковое давление грунта, причиненное автомобильной нагрузкой на разрушенной призме насыпного грунта за устоем или подпорной стеной, может рассчитываться согласно следующей формуле после выполнения пересчета на толщину равнорасположенного слоя грунта h (м):

$$h = \frac{\sum G}{Bl_0\gamma} \quad (4.3.4-1)$$

Где: γ - объемный вес грунта (кН/м³);

$\sum G$ - Общая тяжесть колеса, расположенная за площадь $B \times l_0$.

l_0 - длина разрушенной призмы насыпного грунта за устоем или подпорной стены (м);

B - поперечная полная ширина устоя или расчетная длина подпорной стены (м).

Расчетная длина подпорной стены B (м) может рассчитываться по следующей формуле, но не должна быть более секционированной длины подпорной стены;

$$B = 13 + H \tan 30^\circ \quad (4.3.4-2)$$

Где: H - высота подпорной стены (м). Для подпорной стены с насыпным грунтом на месте выше вершины стены она составляет сумму между двойной толщиной насыпного грунта на вершине стены и высотой стены.

При участковой длине подпорной стены менее 13м для значения B применяется участковая длина, также следует за эту длину при неблагоприятной ситуации расположить тяжесть колес.

2. При расчете вертикального давления грунта на вершине труб, причиненного автомобильной нагрузкой, по краям площади приземления нагрузка от колеса вниз распределена в угол 30° . В случае перекрывания распространенных линий давления нескольких колес площадь распространения определяется на основе самой внешней линии.

4.3.5 Тормозная сила автомобильной нагрузки должна рассчитываться и распределяться согласно следующим требованиям:

1. Тормозная сила автомобильной нагрузки рассчитывается на основе автомобильной нагрузки с односторонним движением (не учитывая ударную силу), также следует соответствовать заданным в таблице 4.3.1-6 значениям, чтобы на быках и устоях появилась длина нагрузки самой неблагоприятной продольной силы для выполнения продольного уменьшения.

1) На одной проектной полосе нормативное значение тормозной силы, причиненной автомобильной нагрузкой, рассчитывается согласно 10% общей тяжести указанного в табл. 4.3.1 нормативного значения нагрузки на полосу движения, вычисленного по длине нагрузки. Нормативное значение тормозной силы автомобильной нагрузки АД – I не должно быть менее 165кН. Нормативное значение тормозной силы автомобильной нагрузки АД – II не должно быть менее 90кН.

2) Нормативное значение тормозной силы автомобильной нагрузки на двухполосной односторонней автомобильной дороге должно составлять 2 раза нормативного значения тормозной силы одной проектной полосы, а нормативное

значение тормозной силы автомобильной нагрузки на трехполосной односторонней автомобильной дороге должно составлять 2.34 раза одной проектной полосы, нормативное значение тормозной силы четырехполосной нагрузки – 2.68 раза.

2. Точка приложения тормозной силы расположена на месте 1.2 м над проезжей частью. При расчете быка и устоя она может перемещаться на центр шарнира опорной части или поверхность основания опорной части. При расчете рамного и арочного моста она может перемещаться на проезжую часть моста, но не следует учитывать продольную силу и момент силы.
3. Для свободнолежащей балки, свободнолежащей балки непрерывной проезжей части моста или рядового гибкого быка и устоя непрерывной балки с плитной резиновой опорой следует распределить и передать тормозную силу по сосредоточенной ситуации жесткости на толкающее усиление опоры и быка и устоя. Для жесткого быка и устоя свободнолежащей балки с плитной резиновой опорой следует распределить тормозную силу согласно жесткости на толкающее усиление плитной резиновой опоры на обеих сторонах одного пролета.
4. Тормозная сила, переданная жестким быком и устоем с закрепленными или подвижными опорами (катучими или качающимися опорами, опорами из тефлоновых плит), применяется в соответствии с заданными в табл. 4.3.5 значениями. Переменная тормозная сила каждой подвижной опоры не должна быть более силы трения. При условии более сопротивления трения расчет выполнен согласно сопротивлению трения.

Таблица 4.3.5

Тормозная сила, переданная разными опорами жестких быков и устоев

Тип опор, быков и устоев моста		С учетом тормозной силы	Объяснение обозначений
Устой свободнолежащих балок	Закрепленная опора	T_1	T_1 - тормозная сила в случае, если длина нагрузки составляет
	Опора из тефлоновых плит	$0.30 T_1$	
	катучая (или качающаяся) опора	$0.25 T_1$	

			расчетный пролет; T_2 - тормозная сила в случае, если длина нагрузки составляет сумму двух соседних пролетов; T_3 - тормозная сила в случае, если длина нагрузки составляет рядовую длину.
Бык	Две закрепленных опор	T_2	
свободнолежащей балки	Одна закрепленная опора, одна подвижная опора Две опоры из тефлоновых плит Две катучих или качающихся опор	примечание $0.30T_2$ $0.25T_2$	
Бык непрерывных балок	Закрепленная опора Опора из тефлоновых плит катучая или качающаяся опора	T_3 $0.30T_3$ $0.25T_3$	

Примечание: Для закрепленной опоры тормозная сила рассчитывается по значению T_4 , а для подвижной опоры она рассчитывается по значению $0.30T_5$ (для опоры из тефлоновых плит) или значению $0.25T_5$ (для катучей или качающейся опоры). T_4 и T_5 соответственно составляют тормозную силу одного пролета закрепленной или подвижной опоры. Тормозная сила быка составляет сумму тормозной силы, переданной вышесказанной закрепленной и подвижной опор.

4.3.6 Нормативное значение нагрузки от пешеходов должно применяться в соответствии со следующими требованиями:

1. Нормативное значение нагрузки от пешеходов должно применяться в соответствии с заданными в табл. 4.3.6 значениями. Для непрерывной конструкции с неодинаковыми пролетами применяется максимальный расчетный пролет.

Таблица 4.3.6

Нормативное значение нагрузки от пешеходов

Расчетный пролет L_0 (м)	$L_0 \leq 50$	$50 < L_0 < 150$	$L_0 \geq 150$
Нагрузка от пешеходов (кН/м ²)	3.0	$3.25 - 0.005L_0$	2.5

1) Для мостов на автомобильных дорогах с интенсивным движением безмоторных средств и с интенсивным пешеходным движением, стандартная величина нагрузки от пешеходов составляет 1.15 раза вышесказанного нормативного значения.

2) Для пешеходного моста нормативное значение нагрузки от пешеходов составляет 3.5кН/м².

2. В поперечном направлении нагрузка от пешеходов должна быть распределена в чистой ширине тротуара, а в продольном направлении - проложена на участке, который причинит самый неблагоприятный эффект нагрузки.
3. Для тротуарных плит (локализованных элементов) одна плита считается одной единицей, также расчет выполняется согласно нормативному значению 4.0кН/м² при равномерно распределенной нагрузке.
4. При расчете тротуарных перил в качестве нормативного значения горизонтального толкающего усилия, приложенного к вершине колонн перил, применяется значение 0.75кН/м, а в качестве нормативного значения продольной силы, приложенной на поручень, применяется значение 1.0кН/м.

4.3.7 Расчетная модель усталостной нагрузки должна соответствовать следующим требованиям:

1. Для расчетной модели I усталостной нагрузки применяется эквивалентная нагрузка на полосу движения. Сосредоточенная нагрузка составляет $0.7P_k$, а равномерно распределенная нагрузка - $0.3q_k$. Значения P_k и q_k определяются в соответствии с требованиями, установленными в разделе 4.3.1 настоящих правил. Следует учитывать многополосное влияние. Коэффициент поперечного распределения нагрузки на полосу движения должен соответствовать

требованиям, установленным в разделе 4.3.1 настоящих правил.

2. Для расчетной модели II усталостной нагрузки применяется модель для двух автомобилей. Колесная база и нагрузка от оси двух модельных автотранспортных средств -- одинаковые. Размещение нагрузки от оси и колесной базы одного автотранспортного средства приведено в рис. 4.3.7-1. При расчете распределения нагрузок, центральное расстояние двух модельных автотранспортных средств не должно быть менее 40м.

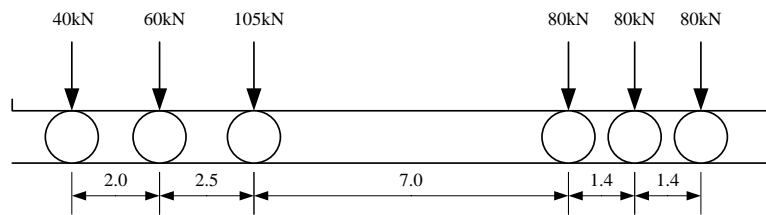


Рис.4.3.7-1 Расчетная модель II усталостной нагрузки (единица размера: м)

3. Для расчетной модели III усталостной нагрузки применяется модель одного автотранспортного средства. Нагрузка на ось модельного автотранспортного средства и ее распределение приведены в рис. 4.3.7-2.

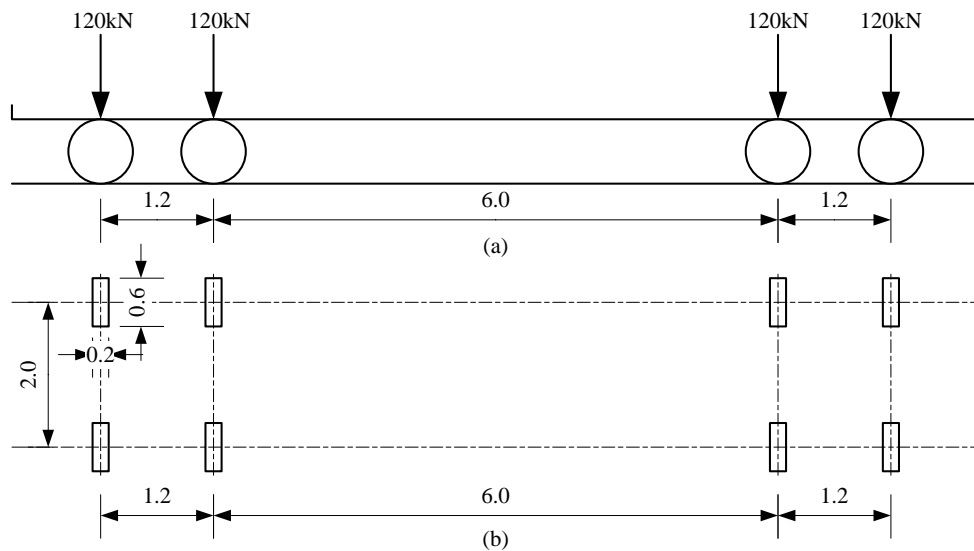


Рис. 4.3.7-2 Расчетная модель III усталостной нагрузки (единица размера: м)

4. В случае, если компоненты и соединение не удовлетворяют требованиям контрольного расчета расчетной модели I усталостной нагрузки, следует выполнить контрольный расчет в соответствии с требованиями расчетной модели II.

5. Для контрольного расчета усталости конструктивных элементов мостового полотна следует применять расчетную модель усталостной нагрузки III.

4.3.8 Нормативное значение ветровой нагрузки должно рассчитываться в соответствии с требованиями, установленными в действующих «Правилах для проектирования ветроустойчивости мостов на автомобильных дорогах» (JTG/T D60-01).

4.3.9 Нормативное значение гидродинамического давления, действующее на бык, может рассчитываться по следующей формуле:

$$F_w = KA \frac{\gamma v^2}{2g} \quad (4.3.9)$$

Где: F_w - нормативное значение гидродинамического давления (кН);

γ - тяжесть воды (кН/м³);

v - проектная скорость течения (м/с);

A - водоизоляционная площадь быка (м²), рассчитываемая до обычной линии размыва;

g - ускорение свободного падения, $g=9.81\text{ м/с}^2$;

K - коэффициент формы быка, приведен в табл. 4.3.9.

Точка приложения полной силы гидродинамического давления предположительно расположена на месте 0.3 раза глубины воды ниже проектного уровня воды.

Таблица 4.3.9

Коэффициент формы быка K

Форма быка	K	Форма быка	K
Квадратный бык	1.5	Бык с острыми кончиками	0.7
Прямоугольный бык (длинный край параллельный с направлением течения воды)	1.3	Бык с круглыми кончиками	0.6
Круглый бык	0.8	—	—

4.3.10 Для мостов, расположенных около дальних вод, морского залива и пролива при проектировании нижней конструкции при необходимости следует предусмотреть

влияние силы волны. Рекомендуется проводить специальное исследование для определения величины силы волны.

4.3.11 Для быка с вертикальным передним ребром давление льдов может определяться в соответствии со следующими требованиями:

1. Нормативное значение давления льдов на сваи или бык, причиненное льдами, может рассчитываться согласно следующей формуле:

$$F_i = mC_t b t R_{ik} \quad (4.3.11-1)$$

Где: F_i - нормативное значение давления льда (кН);

m - коэффициент формы поверхности сваи или быка навстречу льду, определяющийся согласно табл. 4.3.11-1;

C_t - коэффициент температуры льда, определяющийся согласно табл. 4.3.11-2;

b - проектная ширина поверхности сваи или быка навстречу льду (м);

t - Расчетная толщина льда (м). Допускается действительно обследуемая максимальная толщина льдов или толщина тороса в период таяния льда;

R_{ik} - нормативное значение прочности на сжатие льда (кН/м²). Допускается прочность на сжатие льда при температуре льда 0°С на местности. При недостатке измеренных данных для морских льда допускается $R_{ik}=750$ кН/м². Для льда в реке или ледохода в начале $R_{ik}=750$ кН/м², а при максимальном уровне ледохода $R_{ik}=450$ кН/м².

Таблица 4.3.11-1

Коэффициент формы поверхности сваи или быка навстречу льду

Форма поверхности навстречу льду	Плоскость	Форма дуги окружности	Угол остроугольной поверхности навстречу льду				
			45 °	60 °	75 °	90 °	120 °
m	1.00	0.90	0.54	0.59	0.64	0.69	0.77

Таблица 4.3.11-2

Коэффициент температуры льда

Температура льда (°С)	0	Не более -10 °
C_t	1.0	2.0

Примечание:

1. Коэффициент температуры льда, приведенный в таблице, может определяться с

использованием прямой интерполяции.

2. Для морских льда в качестве температуры льдов применяется самая низкая температура льда в период ледостава, а для льда в реке применяется самая низкая температура льда в период таяния.

1) В случае угла между направлением движения льда и осью моста $\varphi \leq 80^\circ$ нагрузку от льда следует умножить на нагрузку от льда на продольный край быка на значение $\sin \varphi$ для выполнения уменьшения.

2) Полная сила давления льда должна быть приложена на высоте, которая ниже расчетного уровня замерзания на 0.3 толщины льда.

2. При наличии наклонной поверхности быка в районе с ледоходом давление льда должно распадаться на горизонтальную составляющую силу и продольную составляющую силу.

$$\text{Горизонтальная составляющая сила} \quad F_{xi} = m_0 C_t R_{bk} t^2 \tan \beta \quad (4.3.11-2)$$

$$\text{Продольная составляющая сила} \quad F_{zi} = F_{xi} / \tan \beta \quad (4.3.11-3)$$

Где: F_{xi} - горизонтальная составляющая сила давления льда (кН);

F_{zi} - вертикальная составляющая сила давления льда (кН);

β - угол между наклонным ребром быка и горизонтальной линией ($^\circ$);

R_{bk} - нормативное значение прочности льда на изгиб (кН/м²), $R_{bk} = 0.7 R_{ik}$;

m_0 - коэффициент, $m_0 = 0.2b/t$, но не менее 1.0.

3. Для строения под воздействием льдов рекомендуется массивное сооружение. Для быков и столбов в реке с сильным ледоходом их поверхность навстречу льду лучше соорудить по дугообразному, многоугольному или остроугольному типу, также с углом наклона 3:1 ~ 10:1 (продольный : поперечный). На месте воздействия льда рекомендуется уменьшать проектную ширину поверхности навстречу льду.

4. Для места выше проектного высокого уровня воды на 0.5 м и ниже проектного низкого уровня воды на 1.0 м рекомендуется использовать морозостойкий бетон и гранитную облицовку, либо покрыть это место стальной плитой, также для льда около строения применяется подлежащие меры для уменьшения

действующей силы льда на сооружение.

4.3.12 При расчете воздействия температуры, коэффициент линейного расширения материалов и нормативное значение воздействия могут определяться в соответствии со следующими требованиями:

1. В случае, если для конструкции моста следует учитывать воздействие температуры, эффект, причиненный воздействием температуры, должен рассчитываться с учетом местных конкретных ситуаций, материалов для сооружения и строительных условий. Коэффициенты линейного расширения разных конструкций приведены в табл. 4.3.12-1.

Таблица 4.3.12-1

Коэффициенты линейного расширения

Тип конструкции	Коэффициент линейного расширения (1/°C)
Стальная конструкция	0.000 012
Бетонная, железобетонная и предварительно-напряжённая железобетонная конструкция	0.000 010
Кладка сборного бетона	0.000 009
Каменная кладка	0.000 008

2. При расчете деформации или ограничительной деформации конструкции моста, причиненной воздействием равномерной температуры, с начала температуры конструкции следует учитывать эффект воздействия максимальной и минимальной действующей температуры. При недостатке обследуемых данных нормативное значение максимальной и минимальной действующей температуры бетонной и стальной конструкции автомобильных дорог может определяться согласно табл. 4.3.12-2.

Таблица 4.3.12-2

Нормативное значение действующей температуры конструкции мостов на автомобильных дорогах

Климатическое зонирование	Стальной мост со стальным покрытием		Стальной мост с бетонным покрытием		Бетонный и каменный мост	
	максимальное	минимальное	максимальное	минимальное	максимальное	минимальное
Морозные зоны	46	-43	39	-32	34	-23
Холодные зоны	46	-21	39	-15	34	-10
Теплые зоны	46	-9 (-3)	39	-6 (-1)	34	-3 (0)

Примечание:

1. В таблице значения в скобках распространяются на города Куньмин, Наньнин, Гуанчжоу и Фучжоу.

2. При расчете эффекта конструкции моста, причиненного продольным температурным градиентом, можно применять кривую линию продольного температурного градиента, показанную в рис.4.3.12. Требования максимальной температуры T_1 поверхности мостового настила приведены в табл. 4.3.12-3.

Чтобы получить отрицательную температурную разность продольного солнечного света бетонной верхней конструкции и стальной конструкции с бетонным мостовым настилом, необходимо умножить положительную температурную разность на -0.5.

3. Для широкозахватной коробчатой балки без консоли рекомендуется учитывать эффект от поперечного температурного градиента.
4. Для арочного моста в типе кладки кирпича при расчете эффекта воздействия температурной разности в результате ползучести, следует умножить эффект температурной разности на коэффициент уменьшения 0.7.
5. Для моста с асфальтобетонной одеждой при необходимости следует учитывать воздействие температуры при укладке асфальтобетонной смеси на этапе строительства.

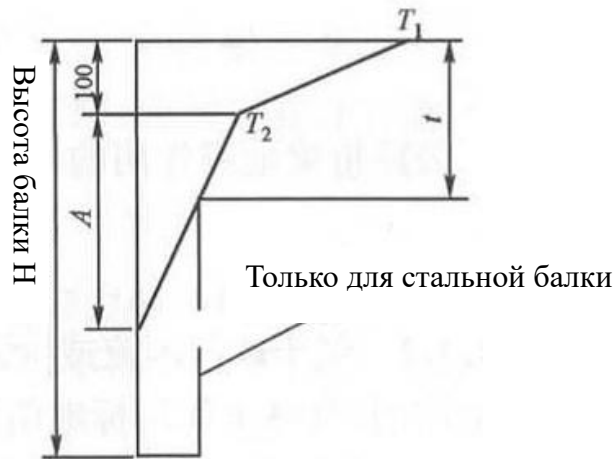


Рис.4.3.12 Продольная градиентная температура (единица размера: мм)

A- для бетонной конструкции при высоте балки *H* менее 400мм, $A=H-100$ (мм);

При высоте балки *H* не менее 400мм, $A=H-300$ мм;

для стальной конструкции с бетонным мостовым настилом $A=300$ мм;

t- толщина бетонного мостового настила (мм)

Таблица 4.3.12-3

**Базисная величина температуры для расчета положительной температурной разности
продольного солнечного света**

Тип конструкции	$T_1(^{\circ}\text{C})$	$T_2(^{\circ}\text{C})$
Цементобетонная одежда	25	6.7
Ярус асфальтобетонной одежды 50мм	20	6.7
Ярус асфальтобетонной одежды 100мм	14	5.5

4.3.13 Нормативное значение сопротивления трения опоры может рассчитываться согласно следующей формуле:

$$F = \mu W \quad (4.3.13)$$

Где: *W*- эффект, действующий на подвижную опору и причиненный тяжестью верхней конструкции;

μ - коэффициент трения опоры, рекомендуется применять действительно обследуемые данные. В случае без действительно обследуемых данных может определяться согласно табл.4.3.13.

Таблица 4.3.13

Коэффициент трения опоры

Тип опоры		Коэффициент трения опоры μ
Катучая или качающаяся опора		0.05
Плитная резиновая опора	Контакт опоры с бетонной поверхностью	0.30
	Контакт опоры со стальной плитой	0.20
	Контакт тефлоновой плиты с плитой из нержавеющей стали	0.06 (после использования кремнистосмолевой смазки 5201; при температуре -25°C - 0.078)
0.12 (при условии без кремнистосмолевой смазки; при температуре ниже -25°C - 0.156)		
Тазовая опора		После использования кремнистосмолевой смазки 5201 коэффициент трения подвижной опоры, работающей при нормальной температуре, должен быть не более 0.03 (рабочая температура опоры составляет $-25\sim+60^{\circ}\text{C}$)
		После использования кремнистосмолевой смазки 5201 коэффициент трения морозостойкой подвижной опоры должен быть не более 0.06 (рабочая температура опоры составляет $-40\sim+60^{\circ}\text{C}$)
Шариковая опора		После использования кремнистосмолевой смазки 5201 коэффициент трения подвижной опоры должен быть не более 0.03 (в случае, если рабочая температура опоры составляет $-25\sim+60^{\circ}\text{C}$)
		После использования кремнистосмолевой смазки 5201 коэффициент трения подвижной опоры должен быть не более 0.05 (в случае, если рабочая температура опоры составляет $-40\sim+60^{\circ}\text{C}$)

4.4 Случайное воздействие

4.4.1 Для быков и устоев в судоходном водном районе при проектировании следует учитывать ударное воздействие судов. Проектное значение их ударного воздействия может определяться в соответствии со следующими требованиями:

1. Проектное значение ударного воздействия судов рекомендуется определять

после выполнения специального исследования.

- Для внутреннего судоходного пути степени IV-VII при недостатке данных обследования, проектное значение ударного воздействия судов может определяться согласно табл. 4.4.1-1. Для железобетонных свай и быков на судоходном пути ударное воздействие вдоль направления моста может определяться на 50% значения, показанного в табл.4.4.1-1.

Таблица 4.4.1-1

Проектное значение ударного воздействия судов на внутреннем судоходном пути

Степень	Тоннаж судов DWT (t)	Ударное воздействие по поперечному направлению моста (кН)	Ударное воздействие вдоль направления моста (кН)
IV	500	550	450
V	300	400	350
VI	100	250	200
VII	50	150	125

- При недостатке при недостатке данных обследования, проектное значение ударного воздействия морских кораблей может определяться согласно табл. 4.4.1-2.

Таблица 4.4.1-2

Проектное значение ударного воздействия морских кораблей

Тоннаж судов DWT (т)	3 000	5 000	7 500	10 000	20 000	30 000	40 000	50 000
Ударное воздействие по поперечному направлению моста (кН)	19 600	25 400	31 000	35 800	50 700	62 100	71 700	80 200
Ударное воздействие вдоль направления моста (кН)	9 800	12 700	15 500	17 900	25 350	31 050	35 850	40 100

- Для планирования быков на судоходном пути с возможностью подвержения

ударному воздействию крупного судна при проектировании следует предусмотреть устройство защиты от удара в соответствии с ударостойкой способностью, местоположением и габаритом быка, скоростью течения, изменением уровня воды, типом судоходных судов и скоростью удара. При наличии противоударных сооружений, отделяющихся от быков и устоев, для быков можно не учитывать ударное воздействие.

5. В качестве точки ударного воздействия судов на внутреннем судоходном пути считается средняя точка расчетной ширины или длины быка, которая расположена на 2 м выше судоходного уровня воды. Точка ударного воздействия морских кораблей должна определяться по ситуации.

4.4.2 Для быков и устоев в водном районе с плавающим материалом при проектировании следует учитывать ударное воздействие плавающего материала. Проектное значение ударной силы по поперечному направлению моста может рассчитываться согласно следующей формуле. Средняя точка ширины быка на судоходном уровне воды считается точкой ударного воздействия плавающего материала.

$$F = \frac{Wv}{gT} \quad (4.4.2)$$

Где: W – тяжесть плавающего материала (кН), определяемая по местонахождению плавающего материала в реке и его обследованию;

v – скорость течения (м/с);

T – продолжительность удара (с), которая должна быть оценена по действительным данным. При условии без действительных данных применяется 1с;

g – ускорение свободного падения, $g = 9.81 \text{ м/с}^2$

4.4.3 Для конструкции мостов при необходимости можно учитывать ударное воздействие автотранспортного средства. В качестве проектного значения ударной силы автотранспортного средства по направлению движения следует применять 1000кН, а по вертикальному направлению движения следует применять 500кН. При наличии неодинаковых двухсторонних ударной силы следует учитывать, что ударная сила должна действовать на место выше полосы движения на 1.2м и непосредственно

распределяться на конструктивных элементах, связанных с ударом.

Для конструктивных элементов с противоударным сооружением можно считать, что противоударная способность противоударного сооружения уменьшает проектное значение ударной силы автотранспортного средства, но проектное значение ударной силы автотранспортного средства после уменьшения не должно быть менее 1/6 вышеуказанных значений.

4.4.4 Перила мостов на автомобильных дорогах должны соответствовать требованиям действующих «Правил для проектирования обустройства транспортной безопасности» (JTG D81).

4.5 Сейсмическое воздействие

4.5.1 Сейсмическое воздействие мостов на автомобильные дороги должно соответствовать требованиям действующих «Правил о борьбе с землетрясением для автомобильных дорог» (JTG B02) и «Инструкции по проектированию борьбы с землетрясением для мостов на автомобильных дорогах» (JTG/T B02-1).

Описание употребляемых слов в настоящих правилах

1. В настоящих правилах требования к употреблению слов очень строгие, также применяются следующие типы выражений:

1) Когда выражаются очень строгие требования или требования, обязательные к исполнению, в качестве положительного слова употребляется слово «обязательно должен» или «необходимо», а в качестве отрицательного слова – соответствующая форма «запрещено».

2) Когда выражаются строгие требования или в принципе надо так делать, в качестве положительного слова употребляется слово «следует» или «должен», а в качества отрицательного слова – «не должен» или «нельзя».

3) При наличии небольшой возможности выбора следует сначала так делать, в качестве положительного слова употребляется слово «рекомендуется», а в качества отрицательного слова – «не рекомендуется».

4) При наличии выбора при определенных условиях применяется слово «можно» или «допускается».

2. При использовании ссылки в соответствующих стандартах применяются следующие типы выражений:

1) В основных положениях правил, при выражении отношения с соответствующим стандартом употребляется то, что кроме того, что “следует соответствовать требованиям настоящих правил, также следует удовлетворять требованиям действующих соответствующих государственных и отраслевых стандартов.”

2) В тексте правил и других требований, если цитированный стандарт является

государственным или отраслевым стандартом, употребляется “следует соответствовать требованиям «××××××» (×××).”

- 3) При цитирования других требований в настоящих правилах употребляется “следует соответствовать требованиям главы × настоящих правил”, “следует соответствовать требованиям раздела × настоящих правил”, “следует соответствовать требованиям раздела × настоящих правил”или “следует осуществлять по требованиям раздела × настоящих правил”.

Приложение

**ОБЩЕПРИНЯТЫЕ ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ
МОСТОВ И ТРУБ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ
JTG D60—2015**

ОБЪЯСНЕНИЕ ТЕКСТА

1 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.0.1 В настоящем пересмотре показано регулирование и исправление принципов проектирования мостов и труб на автомобильных дорогах. Увеличение аварий на мостах за последние годы ориентирует дизайнеров и администраторов в области мостостроения на то, что безопасность и долговечность сооружений являются самыми основными требованиями. На основе обеспечения безопасности и долговечности, при проектировании мостов и труб следует преимущественно учитывать удовлетворение потребности в функциях. При предпосылке удовлетворения «применимых» требований следует рассмотреть конкретные условия защиты окружающей среды, экономические и эстетические требования. Экологические проблемы касаются устойчивого развития общества, так что им следует придавать большое значение.

1.0.3 Переменное воздействие на мост изменяется со временем, поэтому его статистический анализ описывается с использованием модели вероятности стохастического процесса. Временная область, выбранная для стохастического процесса, является базовым периодом. Согласно «Унифицированному стандарту проектирования надежности конструкции автодорожного строительства» (GB/T 50283) проектный базовый период конструкции мостов и труб на автомобильных дорогах должен составлять 100 лет.

1.0.4 Проектный срок службы является важным показателем, выражающим долговечность мостов и труб. В правилах проектирования мостов во многих странах, таких как США, Англии, Новой Зеландии и Японии, есть четкие положения о проектном сроке службы мостов. При пересмотре действующего ГОСТ «Автомобильные дороги» (JTG B01) учитываются требования государственного стандарта, функции автомобильных дорог, технические категории и важность мостов и

труб, а также определяется минимальное значение проектного срока службы основной конструкции и сменных элементов мостов и труб. Это положение соответствует действующему ГОСТ «Автомобильные дороги» (JTG B01).

1.0.5 Для критерий классификации мостов и труб, используемых в этом разделе, применяются два показателя: один из них однопролетный диаметр L_K , предназначенный для отражения технической сложности мостов и труб, а другой - общая длина многопролетного диаметра L , предназначенная для отражения масштаба строительства. Этот раздел согласуется с текущим ГОСТ «Автомобильные дороги» (JTG B01).

При определении классификации мостов и труб, в случае соответствия с одним из двух показателей, классификация может осуществляться. При наличии различия можно применять высокий показатель и бросать низкий показатель.

При расчете длины моста, криволинейный мост рекомендуется рассчитывать согласно длине дуги, а наклонный мост рекомендуется рассчитывать согласно наклонной линии.

1.0.7 Устойчивое развитие уже стало общей проблемой, привлекающей внимание инженерной отрасли в стране и за рубежом. В настоящее время ограничение окружающей среды и ресурсов для строительства мостов и труб возрастает. Ускорение строительства ресурсосберегающей и экологически чистой промышленности стало важным способом трансформации и развития отрасли. Поэтому Министерство транспорта предложило стратегию развития «Экологический транспорт», которая направлена на реализацию концепции устойчивого развития во всех областях и всех аспектах развития транспорта. С одной стороны, цель добавления настоящего раздела заключается в том, чтобы реализовать макроэкономические требования государства и отрасли, с другой стороны, он будет способствовать увеличению внимания дизайнера к окружающей среде и ресурсам.

3 Требования к проектированию

3.1 Общие положения

3.1.1 Нормальная транспортная нагрузка моста обозначает нормальное и плотное движение в любое время, но не обозначает перегрузку.

3.1.3 В соответствии с требованиями «Унифицированного стандарта проектирования надежности конструкции автодорожного строительства» (GB/T 50283) настоящие правила разделяют проектирование мостов и труб на два типа предельных состояний, а именно: предельное состояние несущей способности и предельное состояние при нормальной эксплуатации. Проектирование предельного состояния несущей способности отражает безопасность мостов и труб. Предельное состояние при нормальной эксплуатации обозначает применимость и долговечность мостов и труб. Эти два типа предельных состояний суммируют надежность конструкции. Только каждое проектирование соответствует требованиям к проектированию двух типов предельного состояния в соответствующих правилах, возможно осуществлять все предполагаемые функции проектируемых мостов и труб.

(1) предельное состояние несущей способности, при котором конструкция мостов и труб или их конструктивные элементы достигают максимальной несущей способности или возникает деформация или смещение, неподходящие для дальнейшей эксплуатации, включая нарушение прочности конструктивных элементов и соединений, нестабильность конструкции или конструктивных элементов, опрокидывание конструкции и утомляемость.

(2) Предельное состояние при нормальной эксплуатации, при которой конструкция мостов и труб или их конструктивные элементы достигают какого-то предельного значения нормальной эксплуатации или долговечности, включая растрескивание, деформацию и другие явления, воздействующие на нормальную эксплуатацию конструкции и конструктивных элементов.

3.1.4 В этом разделе пересмотрена ситуация проектирования и увеличена проектная ситуация для землетрясения.

1. Постоянное состояние применяется на этапе эксплуатации моста. Продолжительность этой стадии очень длинная, чтобы проектировать все предполагаемые функции конструкции, т.е. необходимо выполнить проектирование предельного состояния несущей способности и предельного состояния при предельном состоянии нормальной эксплуатации.
2. Краткосрочное состояние применяется на этапе строительства моста и его ремонта. Продолжительность этого этапа коротка относительно этапа эксплуатации. Конструктивная система и нагрузка на конструкцию отличаются от этапа эксплуатации. Проектирование должно определяться на основе конкретного обстоятельства. В этом этапе следует выполнить проектирование предельного состояния несущей способности. По необходимости можно рассчитывать предельное состояние при нормальной эксплуатации.
3. Возможный удар по мосту относится к случайному состоянию. Вероятность появления этого состояния очень маленькая, также продолжительность очень короткая. Согласно «Унифицированному стандарту проектирования надежности конструкции автодорожного строительства» (GB/T 50283) принцип проектирования случайного состояния состоит в следующем: при нагружении второстепенной несущей конструкции не появляется потеря несущей способности главной несущей конструкции, или допускается частичная потеря главной несущей конструкции, а за короткое время остальная часть не непрерывно упадет. Для случайного состояния обычно рассчитывается только предельное состояние несущей способности.

4. Воздействие землетрясения является особым случайным воздействием. По сравнению со случайными воздействиями, такими как удар, воздействие землетрясения может быть статистически проанализировано, также существуют статистические данные. Нормативное значение воздействия землетрясения может быть определено, а нормативное значение других случайных воздействий не может определяться путем вероятностного метода. В связи с этим, формулы их проектного выражения разные. Поэтому, исходя из первоначальных трех видов проектных ситуаций, увеличивается проектная ситуация землетрясения.

3.1.5 Под воздействием повторной нагрузки от автотранспортных средств, ветра и другой переменной нагрузки, на стальных конструкциях мостов на автомобильных дорогах могут появляться усталостные трещины. Непрерывное расширение усталостных трещин будет влиять на использование стальных конструкций и даже привести к повреждению и разрыву. В последние десятилетия стальная конструкция широко используется при строительстве мостов на автомобильных дорогах в нашей стране. На практике обнаружено, что проблема усталости стальных конструкций заметная. Усталость стала одним из основных факторов, влияющих на безопасность и долговечность стальных конструкций мостов на автомобильных дорогах. В соответствующих правилах для проектирования стальных конструкций существуют особые положения для проектирования анти-усталости, но в оригинальном правиле отсутствуют требования к проектированию анти-усталости, поэтому в этом пересмотре по необходимости увеличиваются требования к проектированию анти-усталости для стальных конструкций мостов на автомобильных дорогах.

3.1.6 В 2010 году в целях укрепления управления безопасностью мостов и труб на автомобильных дорогах, повышения осознания риска безопасности, оптимизации планов строительства и улучшения безопасности строительства и эксплуатации, Министерство транспорта выпустило «Уведомление о реализации режима оценки риска безопасности строительства мостов и труб на автомобильных дорогах на начальном этапе проектирования» ([2010] № 175). На этапе проектирования мостов и труб официально осуществляется оценка риска

3.1.8 Техническое обслуживание является важным обеспечением безопасности и

долговечности мостов и труб на автомобильных дорогах. Практика показала, что при проектировании мостов и труб на автомобильных дорогах существует недооценка потребности в будущем техническом обслуживании мостовых конструкций, которая в основном проявляется в том, что некоторые компоненты мостов труднодоступные, например нижняя грань балки мостов с несущим тросом, корневая зона коробчатой балки с измененной высотой, также в том, что некоторые компоненты мостов трудно проверить, например нижнюю часть основного троса подвесного моста, анкер вытяжного троса, встроенный в бетон, внешнюю поверхность пилона опор и т. д. Недоступные и непроверенные участки приводят к неожиданным повреждениям мостов, что приводит к скрытой угрозе безопасности. Поэтому, в этом пересмотре добавились требования к проектированию доступности и способности осуществить проверку всех участков моста.

Если в конструкциях мостов и труб на автомобильных дорогах проектный срок службы заменяемых конструктивных компонентов ниже проектного срока службы основной конструкции мостов и труб, следует ремонтировать и заменять заменяемые конструктивные компоненты в течение проектного срока службы основной конструкции. Типичные конструктивные компоненты включают в себя оттяжной трос, подвески, телескопическое устройство, опоры и т.д.. В проектировании мостов следует предусмотреть будущие потребности в ремонте и замене. Поэтому в этом пересмотре добавились требования к проектированию ремонта и замены.

3.2 Расположение мостов и труб

3.2.1 Во избежание размыва, местоположение особо больших и больших мостов следует выбирать на прямом участке речного пути, а не на излучине реки, также речной канал должен быть стабильным, основной канал должен быть нелегко изменен и большая часть потока может проходить через основной канал. При выборе местоположения мостов требуются хорошие геологические условия русла реки, высокая несущая способность, небольшая возможность размыва или малая глубина размыва. Если местоположение мостов выбирается в зоне разлома, следует анализировать характеристики разлома. При неподвижном разломе, фундаменты устоев и быков лучше установить на одной монолитной части. При выборе местоположения мостов, следует избегать участков, где существуют карст, оползень или селевый поток. Если

это невозможно, следует принять защитные инженерные меры для обеспечения стабильности аппарели.

3.2.3 Основной поток судоходного речного пути должен быть ортогональным с продольной осью моста. При наличии какой-то трудности его наклон не должен превышать 5 °. Это связано с безопасностью судоходства.

В этом разделе «косой мост создан прямым» подразумевается, что между продольной осью моста и направлением потока существует косое пересечение, а между продольной осью быка и устоя и продольной осью моста существует пересечение под прямым углом.

3.2.6 В этом разделе «судоходный водный район» обозначает водный район, имеющий судоходные условия для разных судов. Быки в судоходном водном районе созданы на мелководных участках, чтобы уменьшить вероятность удара крупных судов.

3.2.7. Чистая зона на боке автомобильных дорог обозначает полосообразную зону, которая расположена за пределами самой правой полосы движения, она относительно плоская и свободная от препятствий, и предназначена для повторного возвращения неконтролируемого автотранспортного средства на полосу движения. Для получения конкретной информации см. соответствующие положения действующих «Проектных правил устройства транспортной безопасности для автомобильных дорог» (JTG D81).

3.2.8 В случае потока на одной стороне отмели не более 15% от общего потока или потока на обеих сторонах отмели не более 25% общего поток обозначает, что поток основного канала занимает большую часть общего потока, также река не сжимается настолько, в принципе не установлены направляющие сооружения..

3.2.9 В этом разделе положения о проектной частоте наводнений для мостов и труб изложены следующим образом:

1. Ввиду того, что одной из причин повреждения водой моста является недостаточная глубина заложения фундамента, предусмотрено, что в случае

большого количества воды и легкой эрозии речного русла для особо больших мостов на автомобильных дорогах II категории и больших мостов на автомобильных дорогах III и IV категорий, которые тяжело созданы и трудно восстановлены, при необходимости можно выбрать более высокую степень проектной частоты наводнений (т.е. соответственно 1/300 и 1/100) для проверки глубины размыва фундамента.

3. Отечественные и зарубежные опыты показывают, что для выбора частоты наводнений следует учитывать важность конструкций и уровень ущерба наводнений для окружающей местности. В оригинальных правилах проектная частота наводнений для мостов и труб связана со стандартом классификации мостов. Стандарт классификации мостов, определенный пролетами или стандартом общей длины, в определенной степени отражает важность мостов, но не всесторонне. В частности, стандарт общей длины не может полностью отражать сложность технологии и важность мостов. Поэтому в этом пересмотре добавились требования, касающиеся особо больших мостов, состоящих из многих малогабаритных и средних пролетов, проектная частота наводнений может определяться мостовыми стандартами того же класса дорожного покрытия, согласно стандарту больших мостов на автомобильных дорогах одинаковой категории.

4. Автомобильные дороги IV категории в основном предназначены для соединения уездов, поселков и деревень и служат непосредственно для сельского хозяйства. Проектная частота наводнений для труб и других дренажных сооружений должна определяться в соответствии с конкретными условиями местного сельскохозяйственного орошения и дренажа и не должна жестко определяться. Несмотря на то, что низководный мост может прерывать движение автотранспортного средства, он имеет такие преимущества как недорогая себестоимость и легкий ремонт. Низководный мост может быть построен на автомобильных дорогах III и IV категорий, которые позволяют ограниченное прерывание движения.

Проектный уровень наводнений для мостов - это самый высокий уровень наводнения, соответствующий частоте, указанной в таблице 3.2.9. В случае,

если проектный поток вычислен с использованием ливневого стока, его частота должна соответствовать требованиям, установленным в табл. 3.2.9.

3.3 Пролет арки мостов и труб

3.3.2 Для ливневых стоков допускается кратковременная застойная вода на верхнем участке малых мостов и труб, чтобы уменьшить пролет арки малых мостов и труб. Глубина и диапазон застойной воды на малых мостах и трубах могут определяться в соответствии с рельефом верхнего участка мостов и труб, но в этом случае необходимо провести мероприятия, обеспечивающие безопасность поселков и полей на верхнем участке от подпорного уровня застойной воды. В этом разделе установлено, что сниженная величина стока из-за застойной воды не должна быть более $\frac{1}{4}$ от общего потока. Это требование предусмотрено с учетом безопасности малых мостов и труб.

3.3.6. Для проектирования новых средних и малых мостов и труб используются стандартизованная сборная конструкция, механизированное и заводское строительство, которые могут сэкономить инвестиции, облегчить техническое обслуживание и замену компонентов, а также повысить безопасность и долговечность мостов и труб.

3.4 Габариты мостов и труб

3.4.1 В этом разделе требуется, чтобы габариты мостов и труб соответствовали требованиям к габаритам приближения автомобильных дорог. Таким образом, можно осуществлять лучшее соединение мостов с автомобильными дорогами, также автотранспортные средства на автомобильных дорогах могут проходить через мосты с первоначальной скоростью. Авторанспортные средства могут беспрепятственно передвигаться, особенно на скоростных дорогах и на автомобильных дорогах I категории, что является самым основным требованием для современного транспорта.

Для того, чтобы чистая ширина проезжей части моста была одинаковой с шириной земляного полотна автомобильной дороги, ширина земляного полотна автомобильной дороги не включает ширину грунтовой обочины.

3.4.2 В нынешнем проектировании мостов, воздействие предотвращения

столкновения бордюра для автотранспортного средства обычно не рассматривается. Бордюры установлены только с целью наведения зрения, дренирования и предупреждения. Однако, если бордюры играют роль первой защиты неконтролируемых автотранспортных средств, то они могут эффективно снизить уровень серьезности аварии, обеспечить безопасность пешеходов и автотранспортных средств, а также уменьшить потери от несчастных случаев. В проекте «Исследование технической системы безопасного обеспечения автодорожной сети в горных районах и ее показательное строительство» с учетом защитного эффекта бордюров для автотранспортных средств на основе динамических модельных испытаний, исследовалась разумная высота бордюров мостов на автомобильных дорогах. Согласно результатам модельных испытаний на столкновение бордюров под воздействием разной скорости движения автотранспортных средств, разного угла столкновения и разной высоты бордюров, уровень эффективности защиты бордюра для неконтролируемых автотранспортных средств составляет $35\text{см} > 30\text{см} > 25\text{см} > 40\text{см} > 15\text{см} > 20\text{см}$, что, в основном, соответствует требованиям действующих правил о том, что в качестве высоты бордюров может применяться значение 25~35 см. С учетом этого, защитный эффект от бордюров высотой 35см самый хороший, поэтому в этом пересмотре при наличии опасности на боке автомобильных дорог для высоты бордюров мостов рекомендуется использовать большое значение.

3.4.3 По десятки расследовательским данным высота выступления плавающего материала на поверхности воды обычно составляет примерно 1м, максимум -- 2м. Зарубежные данные показывают, что высота выступления плавающего материала превышает 3-4м. При проектировании следует ее определять согласно данным исследования на местности.

3.4.4 В случае чистой высоты входа прямоугольной трубы более 3м, чистая высота от ее вершины до самой высокой поверхности воды, не должна быть менее 0.5м, что соответствует требованиям к размеру днища балки на несудоходной реке.

3.5 План и продольный профиль моста и подход к мосту

3.5.1 Требования к продольному уклону моста следующие:

1. По многолетним практическим опытам, требования к продольному уклону на мосту и продольному уклону подхода к мосту в общем подходящие.
2. Для моста, расположенного в городе или селе с интенсивным движением автотранспортных средств, для удобства движения безмоторных транспортных средств продольный уклон на мосту и продольный уклон подхода к мосту должны быть не более 3%.
3. При наличии льда и снега, по сравнению с автомобильными дорогами, на мосту легко появляются обледенение и снежный покров. Чтобы обеспечить безопасность движения и безопасную эксплуатацию конструкции моста, продольный уклон на мосту, где легко образуется обледенение или снежный покров, должен быть не более 3%.

3.5.2 Большие и средние мостовые подъездные пути в зоне затопления часто находятся под угрозой паводков и требуют той же способности противостоять наводнениям, что и мосты. Высота их плеч должна быть не менее 0,5 м над проектным уровнем наводнения моста.

Если поток небольших мостов или труб превышает его проектный поток, то при такой ситуации растекание сначала размывает дорожную насыпь, а затем разрушает мосты и трубы, поэтому верхняя высота насыпи подхода к небольшим мостам или трубам рекомендуется (должна быть) выше подпорного уровня мостов и труб минимум на 0.5м.

3.5.3 Требования к конусу на начале моста и подходу в этом разделе изложены следующим:

1. В качестве насыпного грунта конусовидного уклона на начале моста или насыпного грунта участка подхода на оборотной стороне устоя, можно выбрать песчаный грунт или другой водопроницаемый грунт, что является очень важным для водоотвода на оборотной стороне устоя. В нехолодном районе или районе без вспучивания от мороза в качестве насыпного грунта можно применять грунт возле мостов или труб.

2. Поверхность конусовидного уклона обычно строится в виде выкладочного покрытия, также насыпной грунт должен быть уплотнен. Устойчивость его бокового откоса лучше бокового откоса обычного земляного полотна, поэтому можно применять крутой боковой откос. Дорожная насыпь с высоким насыпным грунтом влияет на устойчивость нижнего бокового откоса из-за своего веса, также конусовидный уклон в части, погруженной в воду, уменьшает угол покоя грунта из-за затопления. Поэтому, следует принять нежный угол бокового откоса в соответствии с практическими опытами для обеспечения его устойчивости.
3. Для встроенных устоев, железобетонных свай и столбиковых устоев, конусовидный уклон не только играет роль защиты устоя, но и уравнивает давление на задней части устоя, поэтому для обеспечения стабильности применяется пологий наклон склона.

3.5.4 На задней стороне боковой стены устоя и на стороне консоли консольного моста следует закладывать в конусовидный уклон на начале моста на 0.75м, чтобы обеспечить тесное соединение устоя или стороны консоли с насыпью подхода.

3.5.5 Железобетонная переходная плита в начале мостов является простым и реальным способом, предназначенным для эффективного разрешения проблем болтанки автотранспортных средств в начале мостов. В этом пересмотре правил привлекаются исследовательские достижения государственного технического ключевого проекта «Исследование технической системы безопасного обеспечения автодорожной сети в горных районах и ее показательное строительство», также совершенствуются длина, ширина и толщина железобетонной переходной плиты в начале мостов, конкретное описание приведено ниже:

1. Длина железобетонной переходной плиты в начале мостов определяется с учетом следующих двух аспектов: ① чтобы обеспечить разницу уклона при условии осадки после завершения менее допустимого значения; ② чтобы обеспечить длину железобетонной переходной плиты немного больше ширины верхней щербинки насыпного грунта за устоем. С комплексным учетом

результатов оценки этих двух факторов и обычных способов проектирования мостов в нашей стране, в этом пересмотре правил существует требование, чтобы длина железобетонной переходной плиты не была менее 5 м. В случае высоты устоя не менее 5 м, длина железобетонной переходной плиты не рекомендуется менее 8 м.

2. Существует немного факторов, влияющих на ширину железобетонной переходной плиты. С точки зрения величины усилия железобетонной переходной плиты, непосредственное нажатие колеса на продольный край железобетонной переходной плиты полезное для усилия железобетонной переходной плиты, поэтому широкая плита полезная для распределения усилия. Чтобы избежать неравномерной осадки в районе полос движения из-за недостаточной ширины железобетонной переходной плиты и ее влияния на безопасность движения автотранспортных средств, ширина железобетонной переходной плиты не должна быть менее ширины полос движения. На практике обычно ширина железобетонной переходной плиты требуется такой, что обе стороны железобетонной переходной плиты должны сровняться с краем бордюров, также изолироваться с использованием гибких материалов.
3. Толщина железобетонной переходной плиты определяется в соответствии с требованиями к усилению. Требования к усилению железобетонной переходной плиты могут разделиться на требования к прочности и требования к деформации. Однако с учетом сложного усиления железобетонной переходной плиты трудно просто определить усиление железобетонной переходной плиты, поэтому общепринятым методом является преобразование железобетонной переходной плиты в эквивалентную простую опорную пластину. Чтобы определить толщину железобетонной переходной плиты методом простой опорной пластины необходимо найти отношение между длиной железобетонной переходной плиты и рассчитанным пролетом и приблизительно вычислить соответствующий расчетный пролет пластин с различными длинами. Согласно результатам исследований, толщина железобетонной переходной плиты обычно составляет $1/16-1/24$ длины железобетонной переходной плиты. В последние годы в проектировании мостов в нашей стране толщина железобетонной переходной плиты в соответствии с конкретными обстоятельствами обычно составляет 25 см,

30 см или 35 см. Учитывая теоретический анализ и техническую практику в Китае, этот пересмотр правил не рекомендует толщину железобетонной переходной плиты менее 0.25 м. В случае длины железобетонной переходной плиты не менее 6 м, ее толщина не рекомендуется менее 0.30 м.

3.6 Требования к конструированию

3.6.2 Установка деформационного шва или температурного шва может уменьшить влияние изменений температуры, усадку и ползучесть бетона, неравномерную осадку фундамента и другое внешнее влияние.

3.6.6 Надежное соединение между перильными ограждениями и проезжей частью является предварительным условием для обеспечения эффективного проявления функций перильных ограждений мостов. В настоящее время обычно используются следующие методы:

(1) Соединение между столбами металлических перильных ограждений и железобетонной плитой моста может осуществляться путем непосредственной встройки или анкерных болтов.

Соединение путем непосредственной встройки применяется при условии глубины встройки более 30 см. При заливании бетонной проезжей части следует предварительно установить втулки, также вокруг втулок равномерно укрепить арматуру. Опоры располагаются непосредственно во втулках и заполняются твердым и сухим раствором или чистым бетоном.

Крепление с помощью анкерных болтов применяется при условии глубины встраивания менее 30 см. В бетоне сооружения закладываются анкерные болты, длина которых соответствует требованиям. Фланец приваривается к нижней части столбов и присоединяется к анкерным болтам.

(2) Соединение между железобетонным стенным ограждением и железобетонной плитой моста обычно осуществляется путем соединения между арматурой перильных ограждений и встроенными арматурами в железобетонной плите моста, что они

образуют монолитное.

3.6.8 Требования в этом разделе к опорной части мостов заключаются в следующем:

2. Сейчас по поперечному направлению мостов часто расположены многие опорные части. Из-за различных причин, таких как качество строительства и эксплуатационной среды, некоторые опорные части освобождаются, что приводит к увеличению нагрузки на соседние опорные части, также бывает возможность разрешения опорных частей. В то же время увеличение опорной реакции приведет к увеличению частичного усиления опорной конструкции мостов (опорного столба, верхней части опорной части), что приведет к растрескиванию бетона и другим проблемам. Такие случаи бывают как в нашей стране, так и за рубежом, поэтому при проектировании следует учитывать неблагоприятные последствия освобождения опорных частей.
3. Чтобы обеспечить равномерную передачу силы, верхняя и нижняя поверхности передачи силы опорной части должны быть горизонтальными. Для плитной резиновой опорной части для обеспечения горизонта верхней и нижней поверхностей передачи силы, можно принять такие меры: предварительно закладывать стальную плиту на дне балки и установить клиновидный блок. Для тазовой опорной части и шариковой опорной части при наличии продольного уклона следует сначала выровнять дно балки, потом можно выполнить монтаж.
4. Под воздействием характеристик резины, проектный срок службы плитовой опорной части обычно составляет от 20 до 30 лет. По сравнению с плитной резиновой опорной частью, срок службы тазовой опорной части и шариковой опорной части большой, но ниже проектного срока службы основной конструкции. Поэтому при проектировании конструкций мостов следует учитывать техническое обслуживание и замену опорных частей мостов в течение их срока службы. Для быкова и устоев с опорными частями следует оставить конструкции для проверки и замены опорных частей, также принимать необходимые защитные меры.

3.6.9 Телескопическое устройство для мостов является одним из элементов мостов.

Общепотребительные телескопические устройства: модульное, гребенчатое, бесшовное (темный шов) и другие типы. Телескопическое устройство должно обеспечить свободную и согласованную деформацию на месте швов мостов и безопасное и ровное движение автотранспортных средств, также приспособиться к небольшому смещению, появляющемуся вокруг швов, чтобы не вызвать повреждения или потери компонентов телескопического устройства.

3.7 Одежда, гидроизоляция и водоотвод на мосту

3.7.2 Асфальтобетон и цементный бетон не полностью водонепроницаемы. Водонепроницаемое покрытие поможет избежать или уменьшить коррозии арматуры и обеспечить хорошее качество конструкций моста.

3.7.4 Цементобетонная одежда непосредственно воспринимает нагрузку от колес автотранспортных средств, поэтому она является как защитным слоем, так и несущим усилие. Она должна иметь достаточную прочность, хорошую целостность, прочность на удар и усталостную стойкость, также иметь водонепроницаемость и адаптируемость к изменениям температуры.

Чтобы уменьшить и устранить раннее разрушение одежды покрытия моста, в течение определенного проектного срока службы, удовлетворять сервисных функций пользования под воздействием транспортной нагрузки и окружающей среды, следует обеспечить трещиностойкость и усталостную прочность конструкции покрытия.

3.7.5 Для одежды покрытия стального моста обычно использует асфальтобетонную систему, которая касается состояния усилия конструкций стальной проезжей части из ортотропной пластины, продольного профиля продольного фасада моста, местных метеорологических условий и условий окружающей среды, основной прочности материала для одежды, характеристики деформации, коррозионной стойкости, водоустойчивости, стабильности при высокой температуре, трещиностойкости при низкой температуре, сцепления, сопротивления скольжению, строительной технологии и т.д..

3.8 Обустройства для технического обслуживания и другие обустройства

3.8.1 Для консольных мостов, вантовых мостов и арочных мостов с подвесками из-за помех оттяжных тросов и подвесок техническое обслуживание нижней и боковой поверхности основной балки с использованием машины для осмотра и ремонта мостов недоступно. Кроме того, высота балки на среднем опорном месте балочного моста с большим пролетным строением большая, иногда машина для осмотра и ремонта мостов не может продвинуться до нижней части балки для выполнения осмотра. Для таких особо больших и больших мостов, осмотр и ремонт которых трудно выполнить с использованием машины для осмотра и ремонта мостов, при наличии возможности рекомендуется использовать специальную машину для осмотра и ремонта мостов. Если средства, выделенные на капитальный ремонт моста позволяют, то целесообразно построить специальные средства обслуживания.

3.8.2 Под воздействием нагрузки от автотранспортных средств, осадки фундамента и других факторов для эксплуатационных мостов существует возможность появления растрескивания, осадки и перемещения основной балки. Для обеспечения безопасности мостов, ведомства по управлению и техническому обслуживанию мостов должны регулярно проверять и своевременно распознать деформацию и перемещение мостов. Размещение постоянного пункта для наблюдения и выполнение регулярного наблюдения являются простым практичным и эффективным методом для наблюдения за деформацией мостов. Поэтому, в этом пересмотре правил добавляется требование к установке постоянных пунктов наблюдения.

При необходимости, у быков и устоев особо больших, больших и средних мостов допускается установка водоуказателя или знака для наблюдения за уровнем воды и разрыва.

3.8.4. При проектировании противоминной защиты для мостов можно прочитать действующие «Правила для проектирования противоминной защиты для сооружений» (GB 50057) и «Правила для проектирования противоминной защиты для обустройства на скоростных дорогах» (QX / T 190).

3.8.6 По мере развития технологий, постепенно улучшаются системы мониторинга безопасности мостов. При условии растущей озабоченности населения к безопасности строительных конструкций, в соответствии с особенностью конструкций мостов, географической средой и комплексной целью, в сочетании с последними результатами исследований и опытами в стране и за рубежом, осуществление мониторинга безопасности конструкций мостов уже стало внутренним спросом до определенной стадии развития отрасли, так что в последние годы задались различные руководящие мнения по мониторингу безопасности конструкций мостов. В «Режиме работы управления техническим обслуживанием мостов на автомобильных дорогах» ([2007]№336), «Несколько мнений о дальнейшем укреплении управления техническим обслуживанием мостов на автомобильных дорогах от Министерства транспорта» и «Несколько мнений о создании долгосрочного режима безопасной эксплуатации мостов на автомобильных дорогах от Министерства транспорта», изданных Министерством транспорта в 2013 году, есть требование, что с использованием современной информации и компьютерных технологий ведомства по управлению техническим обслуживанием особо больших и больших конструкций и особых важных мостов, необходимо создать систему управления техническим обслуживанием и хорошую систему мониторинга, соответствующую собственной особенности. Проведение мониторинга безопасности конструкций может способствовать прогрессу технологий технического обслуживания крупных мостов и оценки надежности конструкций, и является важной мерой для реализации соответствующих государственных и отраслевых требований к строительству и развитию мостов .

Крупные мосты являются транспортной артерией в странах или регионах. Их строительство требует больших финансовых затрат. Обрушение мостов причиняет серьезные проблемы для людей и огромные экономические потери, также порождает неблагоприятные социальные последствия. Чтобы вовремя узнать о состоянии крупных мостов и предотвратить внезапные аварии с обвалом, является необходимым использование научных методов для мониторинга безопасности в течение периода эксплуатации крупных мостов. В настоящее время это широко признается в ученых кругах, в инженерной области и в государственных ведомствах. Технология мониторинга безопасности конструкций в период эксплуатации мостов постепенно популяризируется и применяется для строительства новых мостов в Китае. С точки зрения тенденции развития, система мониторинга безопасности конструкций мостов и оценки безопасности мостов уже стала частью строительства крупных мостов. В

настоящее время в Китае и за рубежом обычно проводят торги по системе мониторинга безопасности конструкций новопостроенных крупнопролетных мостов вместе с основным проектом. Это следует учитывать на этапе проектирования, так что в этом пересмотре правил добавились требования к установке устройств мониторинга конструкций мостов. По неполным статистическим данным, для более 40 мостов в нашей стране установлена система мониторинга безопасности конструкций.

4 Воздействия

4.1 Классификация воздействий, репрезентативные значения и сочетания воздействий

4.1.1 Причины, вызывающие реакцию конструкций, могут разделиться на два разных типа, в зависимости от характеристики воздействия: первый - внешние силы, действующие на конструкции, такие как автотранспортные средства, толпы людей, собственный вес конструкций и т. д., которые действуют непосредственно на конструкции и могут обобщаться термином «нагрузка». Второй тип не действует на конструкции в виде внешних сил. Их эффекты связаны с характеристиками конструкций и их окружающей среды, например землетрясение, смещение основания, усадка и ползучесть бетона, изменения температуры и т. д.. Они оказывают косвенное влияние на конструкции, если они также называются «нагрузкой», то легко приводят к недоразумениям людей. Поэтому, в настоящее время, как правило, в мире все причины, вызывающие реакцию конструкций, обычно называются «воздействиями», а «нагрузка» ограничивается выражением непосредственных воздействий на конструкции.

В зависимости от времени воздействия, они делятся на постоянное воздействие, переменное воздействие и случайное воздействие. Эта классификация является основной классификацией. Постоянное воздействие является частым воздействием, его значение не изменяется со временем или изменяется незначительно. Значение переменного воздействия изменяется со временем. Продолжительность случайного воздействия короткая и вероятность появления очень малая. Как упоминалось ранее, воздействие землетрясения является особым случайным воздействием, поэтому

воздействие землетрясения выделяется как один тип.

4.1.2 Воздействие имеет вариабельность, но при проектировании конструкций невозможно непосредственно применять случайные величины воздействия или разные статистические параметры случайного процесса. Репрезентативное значение воздействия является определенным значением для выполнения проектирования конструкций. Для разных проектных требований применяемое репрезентативное значение должно быть разным, что может точно и рационально выражать особенность воздействия на конструкцию при разных проектных требованиях. Репрезентативное значение воздействия обычно делится на нормативное значение, значение сочетания, частое значение и квазипостоянное значение.

Постоянное воздействие (например, постоянная нагрузка) считается почти неизменяемым в течение проектного базового периода, причем только одно репрезентативное значение - нормативное значение. В зависимости от продолжительности или краткости появления в случайном процессе для переменного воздействия, нормативное значение, значение сочетания, частное значение и квазипостоянное значение могут применяться в качестве репрезентативного значения.

Нормативное значение воздействия является основным параметром для проектирования конструкций и основным репрезентативным значением воздействия, связанным с проблемами безопасности конструкций. Нормативное значение воздействия отражает вариацию воздействия с временем в течение проектного базового периода. Его значение должно быть самым неблагоприятным значением, которое может появиться в течение определенного срока проектирования конструкций, также обычно определяется в зависимости от какого-то тантисля, где расположена вероятность максимального значения воздействия в течение проектного базового периода.

Собственный вес включает в себя дополнительную тяжесть конструкций. Их нормативное значение определяется согласно удельному весу материала и проектному размеру, установленному в проектировании конструкций. Статистическое расследование показывает, что проектный размер конструкций со средними измеренными значениями очень приблизился. Удельный вес железобетонных компонентов с значениями, установленными в настоящих правилах тоже приблизился.

Значение сочетания переменного воздействия имеет в виду максимальное значение других переменных воздействий в период появления ведущего переменного воздействия (автомобильной нагрузки), но оно меньше нормативного значения переменного воздействия. Чтобы его получить, нужно умножить нормативное значение на коэффициент комбинированного значения ψ_c который менее значения 1.

Частное значение переменного воздействия является большим значением воздействия, которое часто появляется по конструкциям, но оно меньше, чем нормативное значение переменного воздействия. Чтобы его получить, нужно умножить нормативное значение на коэффициент частого значения ψ_f который менее значения 1.

Квазипостоянное значение переменного воздействия является значением воздействия, которое часто появляется по конструкциям, но оно меньше, чем частое значение переменного воздействия. Чтобы его получить, нужно умножить нормативное значение на коэффициент квазипостоянного значения ψ_q который менее значения ψ_f .

4.1.4 Обычно конструкции одновременно подвергаются разным воздействиям. При проектировании конструкций как для предельного состояния несущей способности, так и для предельного состояния при нормальной эксплуатации, следует учитывать сочетание разных воздействий и вычислять общий эффект воздействий, также предусматривать характеристики изменения воздействий, включающие возможность появления воздействий и направление появления воздействий. Такие сочетания могут быть разнообразными. Самое неблагоприятное сочетание воздействий в предусмотренных возможных сочетаниях должна применяться для выполнения проектирования.

В настоящих правилах определен только диапазон, предусмотренный для сочетания воздействий, а конкретное сочетание должно определяться проектировщиком на основе реальной ситуации. В настоящих правилах не рекомендуются предъявлять чрезмерные требования. Некоторые воздействия, которые не могут одновременно сочетаться, приведены в настоящих общепринятых правилах в виде таблиц. Тормозная сила с

сопротивлением трения опорной части не одновременно сочетаются с учетом максимального сопротивления трения подвижной опорной части, которая является определенным значением при определенной постоянной нагрузке верхнего строения и определенном коэффициенте трения опорной части. Любая продольная сила не может быть больше сопротивления трения опоры, поэтому тормозная сила и сопротивление трения опорной части не могут существовать одновременно. Гидродинамическое давление не одновременно сочетается с тормозной силой автотранспортных средств, силой волны и давлением льда, потому что вероятность одновременного возникновения чрезвычайно малая, или сила волны и давление льда намного больше, чем гидродинамическое давление, также в действительном измерении трудно отделить.

4.1.5 По возможным воздействиям, проектирование предельного состояния несущей способности конструкций мостов и труб на автомобильных дорогах делится на три сочетания воздействий, а именно: основное сочетание, случайное сочетание и сочетание землетрясения. Основное сочетание воздействий обозначает сочетание проектных значений постоянного воздействия с проектным значением переменного воздействия, предназначенную для обычного проектирования конструкций. Для конструкций всех мостов и труб на автомобильных дорогах следует учитывать основное сочетание. Случайное сочетание воздействий обозначает сочетание нормативных значений постоянного воздействия, репрезентативного значения переменного воздействия и проектного значения случайного воздействия. В конкретных ситуациях, при сочетании можно не учитывать величину переменного воздействия. Случайное сочетание воздействий и сочетание землетрясения предназначены для проектирования конструкций при особых условиях, поэтому, их не следует использовать для всех видов мостов и труб на автомобильных дорогах. Для некоторых конструкций можно применять сооружение или другие предупредительные меры.

(1) Формулы сочетаний

В этом разделе формулы (4.1.5-1) и (4.1.5-2) являются основными формулами сочетаний воздействий, широко используемыми в нашей стране и за рубежом для проектирования предельного состояния несущей способности. Для основных параметров первой формулы применяется нормативное значение, умноженное на частный коэффициент безопасности. Для второй формулы с использованием

проектного значения выражаются основные проектные параметры. Существо двух формул одинаковое. Правила проектирования железобетонных конструкций, стальных конструкций и конструкций кирпичной кладки выбираются по конкретной ситуации.

(2) Коэффициент важности

По требованиям «Унифицированного стандарта проектирования надежности конструкции автодорожного строительства» (GB/T 50283) по степени серьезности последствий, причиненных разрушением конструкций, проектирование предельного состояния несущей способности при постоянной ситуации или при кратковременной ситуации делится на три проектных степеней безопасности, также с использованием коэффициента важности конструкции выражается разница надежности мостов при разных ситуациях. В таблице 4.1.5-1 приведены типы мостов и труб, которые соответствуют разной степени безопасности. Дизайнер может оговорить с заказчиком степень безопасности мостов и труб в каждой конкретной ситуации, по конкретным ситуациям мостов и труб, но не ниже степеней, приведенных в таблице 4.1.5-1.

(3) Частный коэффициент безопасности

В этом пересмотре правил был ортегулирован частный коэффициент безопасности нагрузки от автотранспортных средств. В национальном исследовании автомобильной нагрузки, результаты исследования нагрузки на оси (группы осей) показывают, что строенные оси имеют большое количество и очень серьезную перегрузку, также тип таких осей сильно влияет на частичную безопасность конструкций мостов и общую безопасность мостов малых пролетов, так что в настоящих правилах следует это учитывать. Чтобы исследовать и обсуждать стандарт для определения веса строенных осей, при исследовании веса осей (групп осей) проектная группа исследовала общенациональные данные по проценту обеспечения предельных значений веса осей. В разных вариантах на основе группы сдвоенных осей в действующих правилах добавилась модель группы строенных осей с задней осью 42т, процент обеспечения которой достигает выше 98.6%. Чтобы как выразить действительность о большом количестве и тяжелом весе строенных осей, так и сохранять продолжительность правил, в настоящем пересмотре правил рекомендуется дальнейшее применение нагрузки от автотранспортных средств в действующих правилах. Однако при проектировании с

использованием нагрузки от автотранспорта, частный коэффициент безопасности повышается со значения 1.4 до значения 1.8. Отношение повышения определяется на основе принципа эквивалента эффекта строенных осей 42т с эффектом сдвоенных осей.

Для автодорожных сооружений автомобильная нагрузка обычно считается ведущим переменным воздействием. Она отдельно приведена в расчетной формуле как постоянное воздействие. Для нагрузки на полосу движения и нагрузки от автотранспортных средств применяются разные частные коэффициенты безопасности воздействия. В проектировании мостов, если для конструкций или конструктивных компонентов какое-то переменное воздействие действительно играет ведущую роль (в однородных воздействиях его значение превышает эффект автотранспорта), то в качестве его частного коэффициента безопасности применяется значение 1.4. Для конструкций или устройств, специально предназначенных какого-то воздействия, например, конструкция для защиты ветра стальных мостов. При проектировании ветровая нагрузка может считаться ведущим воздействием. В качестве его частного коэффициента безопасности применяется значение 1.4. Для нагрузки на полосу движения или для нагрузки от автотранспортных средств в сочетании воздействий в качестве частного коэффициента безопасности применяется значение 1.4 или 1.8.

В табл. 4.1.5-2 в качестве частного коэффициента безопасности бокового давления грунта применяется значение 1.4, потому что в большинстве случаев боковое давление грунта считается ведущей нагрузкой. Если для автомобильной нагрузки учитывался частный коэффициент безопасности, то не следует учитывать боковое давление грунта, причиненное автомобильной нагрузкой. В бывших расчетах мостов, воздействие смещения основания учитывалось в качестве «Дополнительного сочетания». В качестве его частного коэффициента безопасности применяется значение 1.0. Для железного бетона или кирпичной кладки из-за внутреннего влияния ползучести бетона или пластической деформации трещин кладки на смещение основания применяется коэффициент уменьшения 0.5.

(4) Частное значение и квазипостоянное значение

В соответствии с международной практикой, в настоящих правилах частое значение и квазипостоянное значение обследованных главных переменных воздействий

соответственно принимают тантили 0.95 и 0.5, расположенные на врубе случайного процесса в любой момент времени. Частое значение и квазипостоянное значение необследованных переменных воздействий или переменных воздействий без возможности обследования используют нормативное значение или определяются согласно соответствующим данным.

(5) Коэффициенты значений сочетаний

В этом пересмотре правил при следующих ситуациях коэффициентов значений сочетаний рассчитались показатель надежности конструкций:

① При наличии сочетаний 2, 3, 4 и 5 переменных воздействий коэффициент значений сочетаний соответственно принимает 0.74, 0.55, 0.45 и 0.35, т.е. коэффициент значений сочетаний изменяется с количеством переменных нагрузок.

При наличии сочетаний 2, 3, 4 и 5 переменных воздействий, коэффициент значений сочетаний всегда равен 0.74, т.е. коэффициент значений сочетаний не изменяется с количеством переменных нагрузок.

При наличии сочетаний 2, 3, 4 и 5 переменных воздействий, коэффициент значений сочетаний соответственно равен 0.80, 0.70, 0.60 и 0.50, т.е. коэффициент значений сочетаний изменяется с количеством переменных нагрузок.

② При наличии сочетаний 2, 3, 4 и 5 переменных воздействий, коэффициент значений сочетаний всегда равен 0.80, т.е. коэффициент значений сочетаний не изменяется с количеством переменных нагрузок.

Результаты показывают, что для обычного и интенсивного состояния движения автотранспортных средств, при использовании варианта ① с повышением количества переменных нагрузок, показатель надежности всех железобетонных компонентов уменьшается, масштаб уменьшения довольно большой. При использовании варианта ② с повышением количества переменных нагрузок, показатель надежности всех железобетонных компонентов увеличивается, но изменение небольшое. При использовании варианта ③ с повышением количества

переменных нагрузок, показатель надежности всех железобетонных компонентов уменьшается, но масштаб уменьшения менее, чем при использовании варианта ①. При использовании варианта ④ с повышением количества переменных нагрузок, показатель надежности всех железобетонных компонентов увеличивается, масштаб увеличения более, чем при использовании варианта ②. Чтобы обеспечить неизменный показатель при различном количестве сочетаний переменных нагрузок, в настоящих правилах коэффициент значений сочетаний равен 0.75.

4.2 Постоянное воздействие

4.2.1 В этом пересмотре правил добавилась обычная расчетная формула нормативного значения тяжести конструкций. Тяжесть и другие параметры всех часто употребляемых материалов остаются без изменения.

В табл. 4.2.1 настоящего раздела предусмотрено, что тяжесть железобетона или предварительно напряженного бетона равна 25~26кН/м³. В случае содержания арматуры менее 2%, рассчитанного на основе объема, их тяжесть равна 25кН/м³. В случае не менее 2% может принимать 26кН/м³.

4.2.3 Для обычных устоев и подпорных стен предусматривается давление главного подвижного грунта. Для давления грунта на поверхности земли перед устоями и подпорными стенами или ниже линий размыва, ввиду того, что за устоями и стенами предусмотрено давление главного подвижного грунта, так что перед устоями и стенами можно предусмотреть давление статического грунта.

Для внешнего угла трения грунта δ обычно применяется $\varphi/2$. В отечественных и зарубежных данных рекомендуется применять $\delta = (1/2 \sim 2/3) \varphi$. Экспериментальные данные о грунте в книге «Строительная механика россыпи», написанной Клейном, приведены в табл. 4-1. Принимая во внимание влияние автомобильного удара и водопроницаемости, для внешнего угла трения грунта значение $\delta = \varphi/2$ является подходящим. Разница рассчитанных значений коэффициента давления главного подвижного грунта с учетом внешнего угла трения ($\delta = \varphi/2$) и без учета внешнего угла трения составляет около 10%. См. Табл. 4-2.

Модельное испытание показывает, что закон расположения давления грунта на задней стенке с высотой стены является нелинейным отношением. Факторами, влияющими на давление грунта, являются: характеристика наполнителя, контакт между грунтом и задней стенкой и смещение стенки.

Таблица 4-1

Тяжесть грунта, внутренний и внешний угол трения

Название	Тяжесть (кН/м ³)	Внутренний угол трения φ (°)	Внешний угол трения между задней стенкой и насыпным грунтом δ (°)
Влажная глина	17~19	25~35	17~18
Сухая глина	16~17	40~45	27~33
Влажный галечник	19~20	25~35	22
Сухой галечник	18	35~45	24~31
Влажный песок	17~18	40	25
Сухой песок	15~17	30~35	29~30

Таблица 4-2

Сравнение значений коэффициента давления главного подвижного грунта

Внутренний угол трения грунта φ (°)	20	25	30	35	40	45
Значения при условии $\delta=0^\circ$	0.490	0.406	0.333	0.271	0.217	0.171
Значения при условии $\delta=\varphi/2$	0.446	0.368	0.301	0.246	0.198	0.166

Примечание: Значения в вышесказанной таблице рассчитанны при таких условиях, что задняя стенка вертикальная и высота насыпного грунта и вершины стенки одинаковая.

Является рациональным анализ распределения давления грунта и точки его приложения согласно разному смещению стены. Однако давление главного подвижного грунта обычных устоев (за исключением устоев арочного моста) и подпорных стен, в основном относятся к давлению грунта с наружным развалом стены, поэтому давление грунта распределено в треугольнике, также точка приложения предположена на месте $H/3$.

Расчетная ширина давления грунта для быков и устоев в типе столба. Если расстояние между столбами в свету не более их диаметра (или ширины) с учетом влияния деформации сдвига насыпного грунта на передачу напряжения, ширина давления грунта рассчитывается согласно полной ширине между внешними краями столбов. Таким образом, она одинаковая с расчетной шириной вещественных устоев.

В случае, когда расстояние между столбами в свету более их диаметра (или ширины), следует уменьшить зазор между столбами. Если диаметр столба (или ширины) D не более 1.0м, то каждый средний столб рассчитывается согласно 2-х кратного диаметра (или ширины). Самый крайний столб рассчитывается согласно диаметра (или ширины) 1.5. После выполнения расчета ширины давления главного грунта, действующего на столбы, давление главного грунта приложено на каждый столб. Расчетная ширина давления грунта: $b = \frac{D(2n-1)}{n}$, где n обозначает количество столбов. В случае диаметра столбов (или ширины) D более 1.0м, для всех средних столбов расчетная ширина повышается на 1.0м, т.е. $(D+1)$, для крайних столбов она повышается на 0.5м. Поэтому расчетная ширина давления грунта, действующая на каждый столб, составляет $b = \frac{n(D+1)-1}{n}$. Для определения расчетной ширины давления грунта D более 1.0м, теоретические или испытательные основы отсутствуют, необходимо только сравнить вещественный устой, чтобы избежать появления большого противоречия по расчетной ширине давления грунта.

Давление насыпного грунта на трубы делится на два типа: вертикальное давление грунта и горизонтальное давление грунта. Для расчета вертикального давления существуют 3 типа расчетного метода: теория «Одинаковая поверхность осадения», метод с использованием арки для снятия нагрузки и метод с использованием грунтового

столба. В настоящее время широко применяется теория «Одинаковая поверхность осадения». В расчетных результатах вертикальное давление самое большое. Для труб нового насыпного грунта приближается к измеренным результатам. Ввиду того, что трудно осуществить условия формирования, в большинстве случаев метод с использованием арки для снятия нагрузки не применяется. Этот метод применяется только для труб, построенных при условиях скрытия каналом или с использованием верхних труб. При использовании этого метода, вертикальное давление самое малое. Для метода с использованием грунтового столба расчет очень упрощенный. Расчетные результаты находятся в середине предыдущих методов. По сравнению с измеренными результатами труб нового насыпного грунта они малые. Однако они приближаются к трубам высокого насыпного грунта. С 1950-х годов департаменты автомобильных дорог всегда выполняют расчет с использованием этого метода. При применении метода с использованием грунтового столба необходимо уплотнить насыпной грунт на обеих сторонах труб, иначе, если значение осадки насыпного грунта на обеих сторонах будет более значения осадки насыпного грунта на вершине труб, появится дополнительное давление.

Горизонтальное давление грунта труб на автомобильных дорогах всегда рассчитывается с использованием давления главного подвижного грунта, да и теперь это не изменяется.

4.2.4 Причинами усадки бетона являются конденсация цементной суспензии и усадка, вызванная атмосферной сушкой. Усадка бетона вызывает возникновение напряжения ограниченных компонентов, а долгосрочное существование этого напряжения уменьшает напряжение усадки из-за влияния ползучести бетона. Ползучесть проявляется появлением непрерывного изменения относительной деформации бетона под воздействием постоянного напряжения. Усадка и ползучесть бетона, в основном, имеют следующие правила:

- (1) Увеличение с увеличением водоцементного соотношения;
- (2) Усадка цемента с высокой прочностью большая;
- (3) Добавление наполнителя может уменьшить усадку и ползучесть, а также по типу,

форме и составе частицы наполнителя варьируется;

(4) Усадка и ползучесть на начальном этапе коденсации происходит быстрее, а затем медленнее и медленнее, но все еще продолжается в течение длительного времени;

(5) При условии большой влажности окружающей среды, усадка и ползучесть небольшая, а в сухих районах усадка и ползучесть большая.

Испытания показывают, что в случае, если отношение напряжения бетона с его кубиковой прочностью находится в определенном диапазоне, то деформация ползучести бетона с напряжением является линейным отношением. Пределы линейности и нелинейности обычно устанавливаются так, чтобы напряжение не превышало $0.5f_{cu}$ (f_{cu} – кубиковая прочность бетона на сжатие). Под воздействием тяжести и предварительно приложенной силы на конструкции, компоненты мостов на автомобильных дорогах обычно находятся в диапазоне линейной ползучести. Ввиду того, что деформация ползучести с напряжением является линейным отношением, можно использовать наложение деформации ползучести, вызываемых различными напряжениями.

4.2.5 Плавуность воды- это давление воды снизу вверх, действующее на подошву сооружения, равное тяжести воды с тем же объемом, сбрасываемой сооружением. Надземная вода и подземная вода соединяются друг с другом путем свободной воды в порах земляной массы и передают давление воды. Проникание воды в подошву является предварительным условием возникновения плавуности воды, поэтому плавуность воды связана с проницаемостью грунта основания, контактном состоянием между фундаментом и основанием, а также величиной давления воды (высота напора воды) и продолжительностью рассеивания воды.

Для водопроницаемого грунта следует рассчитывать плавуность воды, а для водонепроницаемого грунта можно не предусматривать плавуность воды. Ввиду того, что водопроницаемость грунта трудно предположить, при расчете напряжения подошвы плавуность не предусматривается, а при расчете стабильности грунта, плавуность предусматривается. При расчете напряжения подошвы с учетом ее плавуности, используется низкий уровень, а при расчете стабильности используется проектный

уровень.

Для фундамента на интактных породах (в том числе породах с развитием трещиноватости), если бетон вливается между фундаментом и породами подошвы и существует хороший контакт, можно не учитывать плавучесть воды. Однако в случае наличия дробных пород или пород с серьезными трещинами, следует учитывать плавучесть воды. Следует учитывать плавучесть воды, действующую на нижнюю поверхность растверков свайного основания, но если сваи погружаются в породы и вливается бетон, то секция свай должна быть вычтена.

Для тяжести грунта ниже уровня на обресе фундамента, если подошва учитывает плавучесть, применяется собственный вес. Если подошва не учитывает плавучесть, то в зависимости от водопроницаемости применяется естественный или насыщенный вес. Кроме этого, следует учитывать тяжесть столба воды до проектного уровня выше пласта грунта на обресе фундамента.

Тяжесть поверхностного и рыхлого грунта рассчитается согласно следующей формуле:

$$\gamma' = \frac{1}{1+e}(\gamma_0 - 1) \quad (4-1)$$

Где:

e — коэффициент пористости грунта.

γ_0 —тяжесть твердой частицы грунта, обычно применяется 27кН/м^3 .

4.3 Переменные воздействия

4.3.1 В этом разделе положения об автомобильной нагрузке следующие:

1-4. Классы автомобильной нагрузки, расчетные рисунки и нормативные значения.

С 2008 по 2011 год в соответствии с научным проектом о транспортном строительстве на Западе Китая от Министерства транспорта «Исследование проектной нагрузки мостов и нагрузки для оценки безопасности», группа составления настоящих правил проводила обследование нынешних состояний автомобильной нагрузки и статистический анализ по всей стране.

Результаты показывают, что изменчивость автомобильной нагрузки возросла гораздо больше, чем в прошлом. В связи с тем, что постоянная подвижная нагрузка мостов со средними и малыми пролетами малая, это оказывает большее влияние на мосты с малыми пролетами. Такие аварии, как автотранспортные средства с тяжелым грузом разрушают мосты, в большинстве случаев возникают на мостах со средними и малыми пролетами, поэтому в этом пересмотре улучшается нормативное значение сосредоточенной нагрузки на полосу движения на мостах с пролетом менее 5 м. Для мостов с пролетом не более 50м увеличивается эффект проектной автомобильной нагрузки.

С 2009 года все провинции (автономные районы и муниципалитеты, находящиеся непосредственно под центральным правительством) Китая, начали постепенно отменять сборы за движение на автомобильных дорогах II категории, так что интенсивность движения и уровень нагрузки некоторых автомобильных дорог II категории значительно увеличились. В этом пересмотре правил отрегулированы классы автомобильной нагрузки на автомобильных дорогах II категории: в целом, для проектирования мостов и труб на автомобильных дорогах II категории в качестве класса автомобильной нагрузки применяется АД-I. Если автомобильные дороги II категории используются не в качестве магистральных дорог или на них не большое количество тяжелых автомобилей, при проектировании мостов и труб на автомобильных дорогах II категории может применяться АД-II.

6. Коэффициент поперечного распределения автомобильной нагрузки. При проектировании мостов для получения максимального усиления главной балки для автомобильной нагрузки на проезжей части мостов требуется внецентральное нагружение, которое определяется путем внецентрального нагружения нагрузки от автотранспортных средств.
7. Распределение проектных полос движения по поперечному направлению мостов и коэффициент поперечного распределения нагрузки на многие полосы движения. Поперечное уменьшение для многих полос движения обозначает, если автомобильная нагрузка на нескольких полосах движения мостов

вызывает максимальный эффект какого-то сечения компонентов мостов, возможность в самом неблагоприятном положении очевидно уменьшается с повышением количества полос движения, а при проектировании мостов автомобильной нагрузки на всех полосах распределяются по самому неблагоприятному положению, поэтому расчетные результаты должны уменьшаться по величине предыдущих возможностей. Это вполне вероятно. Можно так считать, что загрузка автомобильной нагрузки на всех полосах не имеют никакого отношения. В соответствии с теорией вероятности случайных событий повторных независимых испытаний, создается формула между коэффициентом многополосного поперечного уменьшения и соответствующими переменными величинами и получается конкретное значение коэффициента уменьшения. В проекте «Исследование проектной нагрузки мостов и нагрузки для оценки безопасности» специально исследовали коэффициент поперечного уменьшения в бывших провилах. На основе сравнений отечественных и зарубежных данных, согласно новым данным, проведено исследование вероятности столкновения тяжелых автомобилей на нескольких полосах движения. Исследования показали, хотя теперь интенсивность движения больше, чем раньше, но в действительности, встреча тяжелых автомобилей на нескольких полосах все-таки является событием малой вероятности, т. е. все еще следует учитывать поперечное уменьшение на многих полосах движения, и затем по фактическим данным транспортного потока на скоростных дорогах и обычных автомобильных дорогах Китая выполнен расчет коэффициента поперечного уменьшения. Результаты показывают, что при самой большой интенсивности движения тяжелых автомобилей при количестве полос движения не более 4, значения такие же, как и в бывших правилах, а при количестве полос движения более 4, значения немного меньше, чем в действующих правилах. В общем, значения коэффициента поперечного уменьшения на нескольких полосах движения в бывших правилах действительны для текущих и будущих условий движения. Поэтому, в существующем пересмотре правил эти значения сохранились. Согласно новым исследованиям, добавляется коэффициент поперечного распределения нагрузки на полосу движения на одной полосе движения.

8. Коэффициент продольного уменьшения автомобильной нагрузки. Нормативное

значение автомобильной нагрузки, установленное в настоящих правилах, определилось при особых условиях. Например, в анализе надежности автомобильной нагрузки, для автомобилей, предназначенных для расчета эффекта конструкций разных мостов применяется дистанция между автомобилями при естественной пробке. Для собственной тяжести автомобильной нагрузки используются данные обследования для автомашин, транспортирующих уголь, или других тяжелых автомобилей. Однако, в действительности автотранспортные средства на мостах не обязательно удовлетворяют вышесказанным требованиям, особенно на мостах с большим пролетом. Поэтому за рубежом некоторые правила ограничили пролеты, подходящие для нагрузки от автотранспортных средств. В настоящих правилах применяется продольное уменьшение, с использованием которого выполнено уменьшение расчетного эффекта мостов с особо большим пролетом. Для расчета коэффициента уменьшения α после выполнения специального исследования получается следующая формула: $\alpha(L_0) = 0.97913 - 4.7185 \times 10^{-5} L_0$, где L_0 составляет расчетный пролет, а его расчетная единица – м. для коэффициента уменьшения α длина загрузки является рациональной функцией, но с учетом того, что значение уменьшения малое, также уменьшение проводится только для мостов с большим пролетом, поэтому для коэффициента уменьшения α в качестве функций применяется L_0 , так как это удобнее для расчета.

В проекте «Исследование проектной нагрузки мостов и нагрузки для оценки безопасности» целенаправленно изучается коэффициент продольного уменьшения мостов. На основе измеренных данных проводится расчет эффекта автомобильной нагрузки на многоразных мостах с большим пролетом, также создается регрессионная зависимость между коэффициентом продольного уменьшения и пролетом мостов. Результаты показывают, что такая тенденция очень значительная, так как коэффициент продольного уменьшения уменьшается с увеличением пролета. Это значение в бывших правилах является относительно консервативным. Учитывая будущее развитие и непредвиденные экстремальные условия в реальной эксплуатации, в общем, значение в бывших правилах является применимым. Поэтому в этом пересмотре правил эти положения сохранились.

4.3.2 Коэффициент удара автомобиля является коэффициентом увеличения эффекта продольного динамического усилия, которое воздействует на конструкции мостов в условиях движения автомобиля по мосту. Ударное воздействие включает в себя колебание кузова, деформацию и колебание пролетного строения. Когда частота вибрации автотранспортного средства совпадает с частотой автоколебания пролетного строения, образуется резонансное колебание. Его амплитуда (т.е. гибкость) намного больше, чем амплитуда обычного колебания. Величина амплитуды связана с величиной успокоения конструкций мостов и продолжительностью резонансного колебания. Успокоение мостов в основном зависит от материала и типа соединения, также оно уменьшается с увеличением пролета. Поэтому повышение жесткости продольного и поперечного соединения мостов имеет определенный эффект для уменьшения влияния резонансного колебания.

Для ударного воздействия обычно применяется статический метод, то есть динамическое влияние нагрузки от автотранспортных средств можно выразить, умножив тяжесть автотранспортных средств на коэффициент удара.

Для верхнего строения, стальной или железобетонной опорной части, плитной резиновой опорной части, тазовой резиновой опорной части, железобетонной сваи, быка и устоя в типе столба стального и железобетонного моста существует относительно небольшая собственная тяжесть. Их эффект от ударного воздействия значительный, поэтому следует рассчитывать ударную силу. Для тяжелых быков и устоев с учетом большой собственной тяжести, хорошей монолитности и малого влияния удара, ударная сила не рассчитывается.

Влияние удара связано с жесткостью конструкции. Обычно большой пролет и малая жесткость оказывают сильное буферное воздействие для динамической нагрузки. В бывших правилах считалось, что отношение между ударной силой и расчетным пролетом является обратным (линейное изменение), также было установлено, что независимо от того, является ли мост стальным или арочным, в определенном диапазоне пролета следует учитывать ударное воздействие автомобильной нагрузки. Это удобно для расчета, и может рационально и научно объяснять сущность ударной нагрузки. В общепринятых правилах проектирования мостов и труб на автомобильных

дорогах (JTG D60-2004,) в сочетании с достижениями исследования надежности мостов, рассчитывается коэффициент удара конструкций мостов с использованием основной частоты конструкций.

Коэффициент удара автомобильной нагрузки выражается в следующей формуле:

$$\eta = \frac{Y_{d\max}}{Y_{j\max}} \quad (4-2)$$

Где: $Y_{j\max}$ – максимальное значение статического эффекта, измеренное на месте с максимальным статическим эффектом и расположенное на кривой изменения эффекта во времени, измеренной при условиях движения автомобилей.

$Y_{d\max}$ — максимальное значение динамического эффекта, измеренное на месте с максимальным динамическим эффектом на кривой изменения эффекта во времени, измеренной при условиях движения автомобилей.

Институт транспортной науки в провинции Цзилинь с использованием динамической измерительной системы непрерывно в течение 12 часов наблюдал 7 мостов с разным пролетом и исходными условиями, которые включают в себя железобетонный прямоугольный плитный мост с пролетом 6м, мост с коробчатой балкой предварительно-напряженного бетона и пролетом 45м и другие мосты. На основе измерения этих мостов было собрано более 6600 образцов коэффициента удара, имеющие представительный характер. Оценка с использованием статистических параметров и проверка критерия приспособленности распределения вероятности, показывают, что коэффициенты удара автомобильной нагрузки на разных мостах соответствуют распределению типа I предельных значений. Согласно общепринятой в мире практике, значение с обеспеченностью 95% применяется в качестве коэффициента удара мостов на автомобильных дорогах. После выполнения регрессионного анализа получается кривая отношений между коэффициентом удара и основной частотой конструкций мостов, которая является формулой в настоящих правилах после подлежащей корректировки.

Университет науки и технологии «Хуачжун» с использованием теории спектра реакции и теории стохастических процессов проанализировал и рассчитал влияние ударного воздействия автотранспортных средств, с помощью коэффициента динамического увеличения, а также описал динамические характеристики

автотранспортных средств, типы конструкций мостов и влияние их динамических характеристик на коэффициент удара, С помощью коэффициента состояния проезжей части мостов было определено влияние ровности проезжей части мостов, динамических характеристик автотранспортных средств и скорости движения на коэффициент удара. После выполнения анализа с использованием многочисленных полученных данных, получается кривая, соответствующая требованиям в настоящих правилах. По сравнению с методом из Канады предусмотренные факторы в этом более всеобъемлющие.

Основная частота конструкций мостов отражает динамические характеристики конструкций, такие как размер, тип и строительные материалы. Она непосредственно отражает отношение между коэффициентом удара и конструкцией мостов. Независимо от разных строительных материалов и типов конструкций мостов, а также разницы между размером конструкций и пролетом, только в случаях, если основные частоты конструкций мостов одинаковые, при автомобильной нагрузке с одинаковыми условиями получаются в основном одинаковые коэффициенты удара. Закон изменения кривой коэффициента удара в настоящих правилах соответствует кривой, установленной в соответствующих стандартах в США, Канаде, Японии, Франции и других странах.

Частоту собственного колебания моста (основную частоту) рекомендуется рассчитывать с использованием метода конечных элементов. При отсутствии более точного расчетного метода можно использовать следующие формулы для выполнения оценки:

(1) для моста со свободнолежащей балкой

$$f_1 = \frac{\pi}{2l^2} \sqrt{\frac{EI_c}{m_c}} \quad (4-3)$$

$$m_c = G/g \quad (4-4)$$

Где: l — расчетный пролет строения (м);

E — модуль упругости материала строения (Па);

I_c — момент инерции сечения в середине пролета строения (м^4);

m_c — масса на единичную длину в середине пролета строения (кг/м). При пересчете на тяжесть единица составляет ($\text{Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$);

G — тяжесть в середине пролета строения на погонный метр (Н/м) ;

g — ускорение свободного падения, $g=9.81\text{м/с}^2$.

(2) для моста с непрерывной балкой

$$f_1 = \frac{13.616}{2\pi l^2} \sqrt{\frac{EI_c}{m_c}} \quad (4-5)$$

$$f_2 = \frac{23.651}{2\pi l^2} \sqrt{\frac{EI_c}{m_c}} \quad (4-6)$$

При расчете эффекта положительного изгибающего момента и эффекта среза, причиненных ударной силой непрерывных балок, применяется основная частота f_1 . При расчете эффекта отрицательного изгибающего момента, причиненного ударной силой непрерывных балок, применяется основная частота f_2 .

(3) арочный мост

$$f_1 = \frac{\omega_1}{2\pi l^2} \sqrt{\frac{EI_c}{m_c}} \quad (4-7)$$

ω_1 — формула представляет собой коэффициент частоты, также рассчитываемый по следующим формулам:

① в случае, если главная арка имеет постоянное сечение, или для других арочных мостов (например арка с фермой, арка рамы):

$$\omega_1 = 105 \times \frac{5.4 + 50f^2}{16.45 + 334f^2 + 1867f^4} \quad (4-8)$$

Где: f — отношение подъема к пролету арочного моста.

② Если главная арка имеет переменное сечение:

$$\omega_1 = 105 \times \frac{r_1 + r_2 f^2}{r_3 + r_4 f^2 + r_5 f^4} \quad (4-9)$$

r_i в формуле представляет собой коэффициент, также рассчитывается по следующей формуле:

$$r_i = R_i \times n + T_i \quad (4-10)$$

Где: n — коэффициент изменения толщины арки;

R_i, T_i — коэффициент, приведен в табл. 4-3.

Таблица 4-3

Значения коэффициентов R_i и T_i

i	1	2	3	4	5
R_i	3.7	34.3	16.3	364	1955
T_i	1.7	15.7	0.15	-30	-88

(4) основная частота продольного изгиба подвесного моста

Вантовый мост без вспомогательного быка:

$$f_1 = \frac{110}{l} \quad (4-11)$$

Вантовый мост со вспомогательным быком:

$$f_1 = \frac{150}{l} \quad (4-12)$$

Где: l — пролет главного пролетного строения вантового моста (м);

f_1 — основная частота продольного изгиба (Гц).

(5) основная частота антисимметричного продольного изгиба разрезного подвесного моста с одним пролетом

$$f_1 = \frac{1}{l} \sqrt{\frac{EI \left(\frac{2\pi}{l} \right)^2 + 2H_g}{m}} \quad (4-13)$$

Где: f_1 — основная частота антисимметричного продольного изгиба (Гц);

l — пролет главного пролетного строения подвесного моста (м);

EI — жесткость продольного изгиба укрепленной балки ($\text{Н} \cdot \text{м}^2$);

H_g — горизонтальное растяжение одного троса при воздействии постоянной нагрузки (Н);

m — масса мостового полотна и главного троса на единичную длину (кг/м), $m = m_d + 2 m_c$;

m_d — масса мостового полотна на единичную длину (кг/м);

m_c — масса одного главного троса на единичную длину (кг/м).

4.3.3 Центробежная сила моста представляет собой инерционную силу, которая

появляется вслед за движением автотранспортного средства при повороте и в виде горизонтальной силы действует на конструкцию моста. Она является основным фактором, учитываемым при расчете поперечной силы изогнутого моста и крутильной конструкции и для проектирования на кручение.

Между величиной центробежной силы и радиусом плоской кривой образуется обратная пропорциональная зависимость. В бывших правилах установлено то, что в случае радиуса кривой моста не более 250м следует рассчитать центробежную силу, вызванную автомобильной нагрузкой. Однако, при наличии высокого быка криволинейного моста, если даже радиус кривой моста составляет более 250м, центробежная сила мала. Из-за влияния высоты быка появляется большой изгибающий момент, вызываемый центробежной силой, этим нельзя пренебречь. Поэтому этот раздел отменяет в бывших правилах предельное требование для расчета центробежной силы при радиусе кривой не более 250м.

В Университете «Чанъань» проводились испытания измерения центробежной силы и анализ вероятности данных испытаний. Выбранные в испытании радиусы поворота на кривом участке составляют 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400 и 500м, а скорость движения автотранспортного средства соответственно контролируются на 40, 50, 60, 70 и 80 км / ч. После устранения аномальных значений получены 227 групп эффективных данных. После выполнения анализа распределение вероятности отношения между измеренным значением и теоретическим значением коэффициента центробежной силы подчиняется нормальному распределению. Коэффициент средних значений составляет 1,0379. Стандартное отклонение составляет 0,2234. Коэффициент вариации составляет 0,2152. Измеренные результаты хорошо согласуются с теоретическими расчетными результатами.

4.3.4 Долгое время давление грунта, вызванное автомобильной нагрузкой на устое или удерживающей стене, рассчитывается в соответствии с весом колеса транспортного средства для расчета толщины однородного слоя грунта. Пересмотр этого кода по-прежнему придерживается этого режима. Вычисление и анализ показывают, что из-за большой доли давления грунта, вызванного собственным весом грунта, при общем давлении в грунте, влияние разных уровней нагрузки на общее давление на стороне земли невелико, а влияние на определение размера устоя или

удерживающей стенки меньше. Давление на почвенной стороне этого кода, независимо от уровня нагрузки, рассчитывается с использованием нагрузки от автотранспортных средств.

На практике в строительстве единичная длина подпорной стены обычно составляет 10-15м, а для нагрузки от автотранспортных средств, указанная в настоящих правилах, колесная база составляет 12,8м, поэтому в случае единичной длины подпорной стены менее 13м колеса в поврежденном призме должны быть расположены по самой неблагоприятной ситуации. Всю тяжесть от колес несет подпорная стена. В случае единичной длины подпорной стены более 13м тяжесть от колес должна быть расположена. Расчетная длина подпорной стены определяется в зависимости от диффузионной длины. В случае, если диффузионная длина не более единичной длины, применяется диффузионная длина. В случае, если диффузионная длина более единичной длины, применяется единичная длина. Для устоев в поврежденном призме тяжесть от всех колес, расположенную по поперечному направлению моста, несет устои.

4.3.5 Расчет тормозной силы транспортного средства выполнен с использованием метода, установленного в бывших правилах, т.е. отражается процентом общей тяжести ряда автомобилей, расположенной в пределах длины нагрузки.

Значение тормозной силы для автомобильной нагрузки определяется по 10% нагрузке на полосу движения. Это номинальное значение, которое во многих случаях является низким и требует ограничения минимальной тормозной силы. В настоящих правилах установлено, что при автомобильной нагрузке АД-I тормозная сила составляет 165кН. При автомобильной нагрузке АД-II тормозная сила составляет 90кН. При многополосных условиях это значение уменьшается после умножения на количество полос движения.

Положение о передаче и распределении тормозной силы на опорную часть или быки и устои в бывших правилах не изменено. Для жестких быков и устоев с плитной резиновой опорной частью, тормозная сила распределяется согласно жёсткости антиизвилистности плитной резиновой опорной части на обоих концах пролета. При наличии одинаковых опорных частей на обоих концах пролета, тормозная сила

отдельно распределяется на 50%. Для гибких быков и устоев с плитной резиновой опорной частью, тормозная сила передается и распределяется методом инеграции жесткости быков и устоев с опорной частью. Для методов расчета и примеров мостов со свободнолежащей балкой (плитой) и непрерывной проезжей частью или мостов с непрерывной балкой (плитой) см. «Пример вычисления быков и устоев мостов со свободнолежащей балкой и непрерывной проезжей частью» (АО Издательство «Народный транспорт», 1995,1998), составленный Юань Луни, и «Проектирование балочных мостов с гибкими быками и устоями» (АО Издательство «Народный транспорт», 1994), составленное Вань Бохуем и Сюй Фэнъюнь.

4.3.6 Исследовательская группа по оценке надежности мостов на автомобильных дорогах провела обследование нагрузки от толпы. Диапазон измерений -- 30 мостов в 10 городах, включая Шэньян, Пекин и Шанхай в 6 основных районах страны. Наблюдение за нагрузкой от толпы для каждого моста проводилось в течение трех дней на пике появления толпы. Метод наблюдения состоит в том, чтобы выделить площадь 2 м² и участки для наблюдения 10м, 20м и 30м на тротуарах с разной шириной и непрерывно записывать максимальное количество людей, появляющихся на них в единицу времени. В соответствии с массовыми статистическими документами о взвешивании, стандартный вес тела человека составляет 0,65 кН. Основываясь на этом, рассчитывается нагрузка от толпы на один квадратный метр моста. Согласно различным методам наблюдения, для статистического анализа используются две модели случайных величин и стохастического процесса (продолжительность нагрузки - один год). Результаты показывают, что можно описать нагрузку от толпы с помощью распределения вероятности экстремального типа I. Тангиль 0,95 составляет 3,0 кН/ м². Из данных наблюдения видно, что по мере повышения количества участков для наблюдения нагрузка от толпы постепенно уменьшается.

Согласно результатам обследования и анализа, в настоящих правилах нормативное значение нагрузки от толпы определяется как 3,0кН/м². С учетом маленького пролета, нагрузка от толпы занимает большую часть общей нагрузки. Чтобы обеспечить многочисленные свободнолежащие балки не менее значений, показанных в бывших правилах, так установлено, что в случае расчетного пролета L₀ не более 50м нормативное значение нагрузки от толпы составляет 3,0кН/м², а в случае расчетного пролета L₀ не менее 150м после выполнения уменьшения на 0.85 нормативное значение

нагрузки от толпы составляет 2,5кН/м. Вышеприведенные данные обследования нагрузки от толпы, в основном формировались на пике появления толпы на мостах в городах. толпы на мостах на автомобильных дорогах мало, так что для проектирования мостов на автомобильных дорогах использование результатов анализа обследования должно быть безопасным, тем не менее, фактическое количество обследованных мостов невелико, и его репрезентативности по-прежнему не хватает. Поэтому в густонаселенных городах и селах нормативное значение нагрузки от толпы должно быть увеличено на 15% на основании обследования и статистики.

Для специальных пешеходных мостиков, нормативное значение нагрузки от толпы определяется с учетом соответствующих внутренних и зарубежных стандартов.

4.3.7 В настоящем пересмотре правил добавилась формула для расчета усталостной нагрузки.

Формула для расчета усталостной нагрузки I соответствует методу проектирования бесконечного срока службы, который считает, что никогда не появится неисправности компонента от усталости. По сравнению с другими формулами для расчета усталостной нагрузки, такая модель более консервативна, особенно для моста с эффективной линией влияния длиной более 110м.

Модель для расчета усталостной нагрузки II представляет собой модель с двумя автомобилями, которая определяется на основе исследовательских выводов «Исследование стандарта усталостной проектной нагрузки мостов на автомобильных дорогах».

Для формулы расчета усталостной нагрузки III применяется самый большой вес автомобилей и самое малое количество колес. Она предназначена для расчетной проверки усталости ортотропной пластины, поперечной перегородки/балки, продольной балки и других компонентов, которые непосредственно несут нагрузку от колес. Учитывая то, что эти компоненты более чувствительны к положению колеса, даются поперечная колесная база и площадь контакта пневматика таких автомобилей.

Модель III не рассматривает ситуацию, сопровождаемую другими транспортными

средствами.

Расчет усталостной нагрузки Модель II и расчет усталостной нагрузки Модель III Нагрузка для моделей для расчета усталостной нагрузки II и III выполняется на основе одной полосы, а многополосный эффект учитывается на основе коэффициента многополосного эффекта. См. «Правила проектирования стальных мостов на автомобильных дорогах» (JTG D64).

4.3.9 Для быка, находящегося в текущей воде, его верховая грань выдерживает гидродинамическое давление, которое связано с формой в плане быка, шероховатостью поверхности быков и устоев, скоростью потока воды, формой потока воды, температурой воды и связностью воды.

Круглый бык и бык со скругленными или острыми торцами могут уменьшать гидродинамическое давление.

В случае скорости течения более 10м/с следует учитывать импульсное ударное гидродинамическое давление.

4.3.10 В последние годы в нашей стране была построена серия мостовых проектов вблизи моря и по всему заливу и проливу. Под влиянием воздействия волновых и океанских течений, опоры моста подвергаются воздействию силы больших волн. Эффектом волновых сил нельзя пренебрегать.

С учетом этого, гидрологические условия различны в каждой морской зоне, факторы, влияющие на волновое и океанское течение многочисленны, также конструкции быков и устоев разнообразны, поэтому трудно предусмотреть равномерное стандартное значение силы волны. В Китае для нескольких больших мостов на ранней стадии проектирования проводились специальные испытания на математическую модель или физическую модель для волновых течений, чтобы определить силу волны, воздействующую на нижнюю конструкцию моста, а также проверить точность и правильность экспериментальных результатов, необходимо наблюдение за силой волны на месте. Поэтому настоящие правила рекомендуют определить размер силы волны через специальное исследование. При отсутствии целевых исследований можно

обратиться к соответствующим отраслевым стандартам для выполнения расчета. В «Гидрологическом режиме для морских портов» (JTS 145-2-2013) даются результаты приближенного решения первого порядка для круговой опоры и основания, созданных на основе теории дифракции, также для расчета волновых сил квадратной или прямоугольной опор даются эмпирические методы расчета или формулы для преобразования в круговой расчет для выполнения расчета. Эти формулы имеют определенную сферу применения, поэтому при их использовании следует обращать внимание на условия их применения.

4.3.11 В этом разделе показаны формы для расчета давления льда, которая применима только к обычному ледоходу. Формы созданы на основе предельной прочности при разбивании льда и других прочностей. Нормативное значение прочности при сжатии льда, коэффициент водной температуры и другие соответствующие коэффициенты определяются на основе российских СНиП 2.05.03—84 и других документов.

4.3.12 Конструкция мостов находится в естественной среде и под воздействием температурного воздействия, например, постоянное изменение температуры приводит к тому, что мост перемещается равномерно вдоль продольного направления. Это смещение не создает внутренней силы конструкции. Вторичная внутренняя сила температуры будет вызвана только если смещение конструкции ограничено. Это является одной из форм температурного воздействия. Солнечное излучение - это другая форма температурного воздействия, которая заставляет конструкцию сформировать нелинейный градиент температуры по высоте или ширине, что вызывает субнапряжение конструкции. В настоящих правилах так установлено, что первое называется равномерным температурным воздействием, последнее называется градиентным температурным воздействием.

2. Равномерное температурное воздействие

При расчете дополнительной деформации или ограниченной деформации конструкции моста, вызванной равномерным температурным воздействием, температура конструкции при том, что конструкция ограничена (установка пролетных строений или последнее соединение конструкции), считается начальной точкой, также

следует вычислить эффект воздействия самой высокой и самой низкой эффективной температуры конструкции. В таблице 4.3.12-2 настоящих правил показаны нормативные значения эффективной температуры конструкции в разных температурных областях. Значения в таблице получены путем выбора подходящей температуры из температур с незначительной разницей в каждой области и с использованием следующих формул:

При температуре между 20-45°C:

Стальной мост со стальным покрытием

$$T_e = 38.00 + \frac{T_i - 20}{2.00} \quad (4-14)$$

Стальной мост с бетонным покрытием

$$T_e = 28.23 + \frac{T_i - 20}{1.44} \quad (4-15)$$

Бетонный и каменный мост

$$T_e = 24.14 + \frac{T_i - 20}{1.40} \quad (4-16)$$

При температуре воздуха между -2-50°C:

Стальной мост со стальным покрытием

$$T_e = -1.48 + \frac{T_i}{0.9} \quad (4-17)$$

Стальной мост с бетонным покрытием

$$T_e = -0.12 + \frac{T_i}{1.21} \quad (4-18)$$

Бетонный и каменный мост

$$T_e = \frac{T_i + 1.8}{1.58} \quad (4-19)$$

Где: T_e – нормативное значение эффективной температуры конструкции ($^{\circ}\text{C}$);

T_t – температура, для бетонной конструкции можно принимать местную максимальную или минимальную ежегодную среднюю температуру, а для стальной конструкции можно принимать местную ежегодную максимальную или минимальную температуру. При условии ниже 0°C принимать отрицательное значение.

3. Вертикальное градиентное температурное воздействие

Что касается вертикального градиентного температурного воздействия, в соответствии с вертикальной температурной градиентной кривой в Новозеландских правилах, Английских правилах BS 5400, Американских правилах AASHTO, Китайских правилах для железных дорог и «Общепринятых правилах проектирования мостов и труб на автомобильных дорогах» (JTJ 021-89), в «Общепринятых правилах проектирования мостов и труб на автомобильных дорогах» (JTG D60-2004) проводился сравнение расчета напряжения нескольких существующих мостов. Результаты показывают, что в Новозеландских правилах и Китайских правилах для железных дорог градиентное температурное воздействие оказывает наибольший эффект, а в «Общепринятых правилах проектирования мостов и труб на автомобильных дорогах» (JTG D60-2004) градиентное температурное воздействие оказывает наименьший эффект, также в Английских правилах BS 5400 и Американских правилах AASHTO – средний эффект. Учитывая то, что в Американских правилах температурная кривая простая и ее расчет удобный, в настоящих правилах используется градиентная температурная кривая и внесены соответствующие изменения из Американских правил.

В этом разделе наивысшее значение вертикальной градиентной температурной кривой T_1 относится к поверхности проезжей части моста, за исключением одежды. По ситуации одежды T_1 определяется в соответствии с таблицей 4.3.12-3.

(1) Если в качестве одежды используется однослойный асфальтобетон, вершина балки T_1 определяется в соответствии с толщиной одежды.

(2) Если в качестве одежды используется однослойный бетон, то T_1 равно 25°C .

(3) Если в качестве нижнего слоя одежды используется цементный бетон и на

верхнем слое используется асфальтобетон, T_1 может определяться в соответствии с толщиной асфальтобетона без учета цементного бетона в нижнем слое.

(4) В случае, если в расчете устойчивости балки при изгибе используется цементобетонный выравнивающий слой вершины балки, то толщина этой используемой части входит в высоту балки. Верхняя поверхность толщины этой части является верхней поверхностью высоты балки. T_1 и составляет температуру верхней поверхности. В этом случае, конструкция представляет собой комбинированную конструкцию, при которой степень прочности цементного бетона одежды должна согласовываться с корпусом балки и учитывать сопротивление сдвигу поверхности стыка.

4. Поперечное градиентное температурное воздействие

В этом пересмотре добавляются соответствующие положения о поперечном градиентном температурном воздействии. Положения пункта 4 в настоящем разделе относятся к результатам исследований проекта «Ключевые технологии строительства вантового моста со сверхбольшим пролетом и комбинированными балками», разработанного ООО «Институт планирования и проектирования автомобильных дорог» при Китайской акционерной корпорации транспортного строительства и ООО Компанией по строительству больших мостов на автомобильных дорогах «Янцзы» в восточном районе провинции Хубэй. Для широких коробчатых балок без консоли следует учитывать эффект, вызванный поперечным температурным градиентом. Поперечное температурное градиентное воздействие обычно определяется в соответствии с географическим положением моста и условиями окружающей среды. В случае отсутствия температурных данных, можно использовать поперечную градиентную температурную кривую, показанную на рисунке 4-1. B_1 на рисунке 4-1 - ширина коробчатой балки, а B - полуширина коробчатой балки. Значения поперечной градиентной температуры приведены в табл. 4-4.

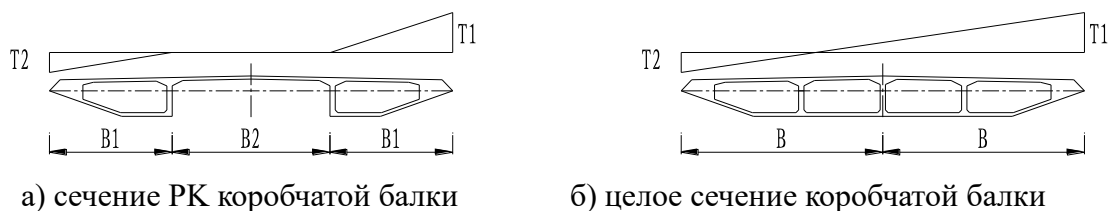


Рис.4-1 Модель расчета поперечной градиентной температуры

Таблица 4-4

Значения поперечной градиентой температуры

Тип конструкции	T_1 (°C)	T_2 (°C)
Бетонная коробчатая балка	4.0	-2.75
Стальная коробчатая балка	3.0	-1.5

б. температурное влияние в течение строительства, вызванное укладкой асфальта

В последние годы для одежды покрытия моста высокостепенных мостов на автомобильных дорогах широко используется асфальтобетонная одежда. Для асфальтирования требуется высокая температура. При асфальтировании температура часто может достигать 150 °C, поэтому такая высокая температура вызовет распределение большой температурной разницы в основной балке. Для мостов с бетонной проезжей частью асфальтирование при высокой температуре может привести к расширению существующих трещин в бетоне основной балки и появлению новых трещин, что влияет на долговечность конструкции мостов. При необходимости в проектировании следует учитывать влияние температуры при асфальтировании.

4.3.13 Под воздействием вертикальной силы и под воздействием продления или сокращения верхней конструкции, вызванных температурным изменением, на подвижной опоре будет возникать противоположная по направлению сила, т.е. сопротивление трения опорной части. Величина силы трения зависит от силы реакции, переданной верхней конструкцией на опору, а также типа и материала опоры.

Продольная сила, которой подвергается подвижная опора, не должна превышать сопротивления трения между опорой и бетоном или другими конструкционными материалами. Эта продольная сила обычно представляет собой тормозную силу, температуру и воздействие сжатия. Коэффициент трения опорной части, указанный в настоящих правилах, берется из «Правил проектирования железобетонных и предварительно напряженных бетонных мостов и труб на автомобильных дорогах» (JTG D62), «Газовой опоры для мостов на автомобильных дорогах» (JT / T 391) и «Шариковой опоры для мостов» (GB / T 17955).

4.4 Случайное воздействие

4.4.1 Для мостов через реки и моря следует учитывать удар судов на быки и устои

Процесс столкновения между судном и конструкцией моста очень сложный, он связан с факторами окружающей среды (ветер и волны, климат и поток воды) при столкновении, характеристиками судна (тип и размер судна, скорость движения, условия нагрузки, прочность и жесткость носа и корпуса судна, рубки и т. д.), факторами конструкции моста (такие как размер, форма, материал, масса и сопротивление компонентов моста) и скоростью реакции водителя. Поэтому очень трудно точно определить силу взаимодействия между судном и мостом.

В соответствии с характеристиками судоходного пути и характеристиками проходящих судов, можно классифицировать реки, которые должны учитывать взаимодействие между судном и мостом, на внутренние реки и реки (включая залив), где проходят морские пароходы. Для внутренних рек типичные суда являются баржевыми флотами. В соответствии со «Стандартами для вступления в эксплуатацию моста на внутринациональной реке» (GB 50139) вместимость судов для внутреннего судоходного пути степени IV-VII соответственно составляет 500, 300, 100 и 50 тонн. Для судоходного пути, где проходят морские пароходы, типичные суда являются морскими пароходами. Проходящий по гидросамолетному каналу, является морским судном. Для этих двух типов судов механизм столкновения между ними и конструкцией моста различен, результат столкновения тоже совершенно другой.

Что касается воздействия столкновения между судном и мостом, то следует провести специальные исследования. После выполнения оформления соответствующих процедур утвержденные исследовательские результаты определяются в качестве значений воздействия. В случае без измеренных данных или целевых исследовательских результатов можно использовать значения, установленные в табл. 4.4.1-1 и 4.4.1-2.

С учетом важности рейтинга предотвращения столкновений и рейтинга безопасности конструкции, в проектировании воздействия столкновения судов на внутреннем судоходном пути степени I, II и III обычно определяется посредством тематических исследований, а значения, указанные в бывших правилах, меньше

результатов исследований , поэтому в настоящих пересмотренных правилах отменены положения о расчетных значениях воздействия столкновения судов на внутреннем судоходном пути степени I, II и III.

Расчетное значение воздействия столкновения судов во внутринациональной реке на быки и устои может быть рассчитано в соответствии со «Статическим методом», то есть предположено то, что эффективная кинетическая энергия, действующая на быки и устои, преобразуется в статическую мощность, также рассчитывается по некоторым эмпирическим коэффициентам. Расчетное значение ударной силы по продольному направлению моста составляет приблизительно $3/4$ от расчетного значения ударной силы по поперечному направлению моста.

Между столкновением быков и устоев с судном в прибрежном районе, где проходят морские пароходы, и столкновением быков и устоев с судном во внутринациональной реке, существует много различий. С середины 1970-х годов многие страны и международные организации проводили многие связанные с ними исследования и добились многих исследовательских достижений, также они использовали их для некоторых инженерных практик в разных областях исследований. Среди них - теория столкновений Minoski, теория стохастических столкновений, теория Ханса-Друкера и теория обмена энергией.

Расчетные значения силы удара морских пароходов, указанные в табл. 4.4.1-2 настоящих правил, всесторонне определяются на основе комплексного анализа и сравнения национальных и зарубежных формул расчета ударной силы судов и соответствующих результатов исследований. Расчетное значение ударной силы по продольному направлению моста принимается за $1/2$ от расчетного значения ударной силы по поперечному направлению моста. Большинство значений, установленных в настоящих правилах, меньше зарубежных исследовательских результатов или установленных значений, но аналогично с китайскими исследовательскими результатами.

4.4.3 Расчетные значения нагрузки автотранспортного средства при ударе определяются с учетом соответствующих иностранных правил. Чтобы предотвратить или уменьшить ущерб, вызванный ударом, соответствующие части конструктивных

элементов, подверженных удару автотранспортного средства, могут принять соответствующие конструкционные меры и установить арматуру или арматурные сетки. Если имеется средство предотвращения столкновений, расчетное значение ударной силы автотранспортного средства может быть уменьшено в соответствии со способностью средства предотвращения столкновений. Например, в Английских правилах BS 5400 предусмотрено то, что через защитный барьер сила столкновения к конструкционному элементу составляет 150 кН.

《公路桥涵设计通用规范》俄文版术语表

序号	中文	俄文
1	设计基准期	Проектный базовый период
2	设计使用年限	Проектный срок службы
3	极限状态	Предельное состояние
4	承载能力极限状态	Предельное состояние несущей способности
5	正常使用极限状态	Предельное состояние при нормальной эксплуатации
6	设计状况	Проектные ситуации
7	结构耐久性	Долговечность конструкции
8	作用	Воздействие
9	永久作用	Постоянное воздействие
10	可变作用	Переменное воздействие
11	偶然作用	Случайное воздействие
12	作用的标准值	Нормативное значение воздействия
13	可变作用的伴随值	Сопутствующее значение переменного воздействия
14	作用的代表值	Репрезентативное значение воздействия
15	作用的设计值	Проектное значение воздействия
16	可变作用的组合值	Значение сочетания переменного воздействия
17	可变作用的频遇值	Частое значение переменного воздействия
18	可变作用的准永久值	Квазипостоянное значение переменного воздействия
19	作用效应	Эффект воздействия
20	作用组合（荷载组合）	Сочетания воздействий（Сочетания нагрузок）
21	作用基本组合	Основная сочетания воздействий
22	作用偶然组合	Случайная сочетания воздействий
23	作用频遇组合	Частая сочетания воздействий
24	作用准永久组合	Квазипостоянная сочетания воздействий
25	分项系数	Частный коэффициент безопасности

序号	中文	俄文
26	结构重要性系数	Коэффициент важности конструкции
27	桥墩	Промежуточная опора (бык)
28	桥台	береговая опора (устой)
29	重度	Объемный вес
30	圬工	Кладки кирпича и камни
31	支座	Опорная часть
32	横向分布系数	Коэффициент поперечной установки
33	悬索桥	Висячий мост
34	斜拉桥	Вантовый мост
35	刚构桥	Рамный мост
36	主缆	Основной трос
37	吊索、拉索	Трос
38	锚头	Оголовок анкера
39	桥面系	мостовое полотно
40	线膨胀系数	коэффициент линейного расширения