ОДМ 218.4.029-2016

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
РОСАВТОДОР

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ГРУЗОПОДЪЁМНОСТИ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ДЕРЕВЯННЫХ МОСТОВ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)

МОСКВА 2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1. РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Сибирский государственный университет путей сообщения».

2. ВНЕСЕН Управлением строительства и эксплуатации автомобильных дорог Федерального дорожного агентства.

3. ИЗДАН на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 09.11.2016 № 2323-р.

4. ИМЕЕТ рекомендательный характер.

© Издательство ФГУП «Информавтодор», 2016

Содержание

1 Область применения ... 1

2 Нормативные ссылки ... 2

3 Термины и определения ... 2

4 Определение грузоподъемности деревянных мостов ... 5

4.1 Общие положения ... 5

Характеристики материалов ... 6

Геометрические характеристики элементов ... 9

4.2 Определение грузоподъемности балочных мостов с простыми прогонами ... 11

Определение грузоподъемности поперечин ... 11

Определение грузоподъемности балочных мостов с простыми прогонами ... 14

Расчет разбросных (сближенных) прогонов ... 14

Расчет сосредоточенных прогонов ... 17

Расчет составных прогонов ... 17

4.3 Определение грузоподъемности пролетных строений с фермами Гау-Журавского ... 20

4.4 Определение грузоподъемности деревянных опор ... 23

Библиография ... 25

ОДМ 218.4.029-2016

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Методические рекомендации по определению грузоподъёмности эксплуатируемых мостовых сооружений на автомобильных дорогах общего пользования. Общая часть.

1 Область применения

Настоящий отраслевой дорожный методический документ является актом рекомендательного характера в дорожном хозяйстве с учетом технического состояния элементов их конструкций.

Настоящий методический документ рекомендуется для применения при определении грузоподъемности мостовых сооружений, эксплуатируемые на Федеральных автомобильных дорогах РФ. В остальных случаях методический документ может использоваться по решению органов управления автомобильных дорог субъектов Российской Федерации.

Положения настоящего методического документа предназначены для применения проектными и специализированными организациями, выполняющими работы по диагностике, обследованию, испытаниям и оценке технического состояния мостовых сооружений, а также мостовыми подразделениями органов управления автомобильными дорогами при организации и приемке обследовательских работ в соответствии с правилами применения документов технического регулирования в сфере дорожного хозяйства [1].

Предметом ОДМ является система назначения классов грузоподъемности мостовых сооружений и методика определения грузоподъемности сооружений с учетом состояния элементов конструкций.

Настоящий ОДМ включает следующие тома (книги):

ОДМ 218.4.025-2016 Методические рекомендации по определению грузоподъёмности эксплуатируемых мостовых сооружений на автомобильных дорогах общего пользования. Общая часть.

ОДМ 218.4.026-2016 Методические рекомендации по определению грузоподъёмности эксплуатируемых мостовых сооружений на автомобильных дорогах общего пользования. Бетонные и железобетонные конструкции.

ОДМ 218.4.027-2016 Методические рекомендации по определению грузоподъёмности эксплуатируемых мостовых сооружений на автомобильных дорогах общего пользования. Металлические и сталежелезобетонные конструкции.

ОДМ 218.4.028-2016 Методические рекомендации по определению грузоподъёмности эксплуатируемых мостовых сооружений на автомобильных дорогах общего пользования. Опорные части, опоры и фундаменты.

ОДМ 218.4.029-2016 Методические рекомендации по определению грузоподъёмности эксплуатируемых мостовых сооружений на автомобильных дорогах общего пользования. Определение грузоподъемности конструкций деревянных мостов.

При определении грузоподъемности допускается использование иных от приведенных в настоящем методическом документе алгоритмов и программ. Обоснованность применения таких алгоритмов и программ должна быть подтверждена сертификатом их соответствия действующим нормам проектирования мостовых сооружений, выданным уполномоченным органом, либо предыдущим успешным опытом применения при проведении технических экспертиз соответствующей направленности по заданиям Федерального дорожного агентства.

2 Нормативные ссылки

В настоящей книге методического документа использованы нормативные ссылки на следующие документы:

В настоящем методическом документе использованы нормативные ссылки на следующие документы:

СП 35.13330.2011. Свод правил. Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84*;

СП 64.13330.2011. Свод правил. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80;

СП 131.13330.2012. Свод правил. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*;

ОДМ 218.1.002-2010. Отраслевой дорожный методический документ. Рекомендации по организации и проведению работ по стандартизации в дорожном хозяйстве.

3 Термины и определения

В настоящем методическом документе применены следующие термины с соответствующими определениями:

временная вертикальная нагрузка: Произвольное транспортное средство (средства), расположенное в пределах ездового полотна мостового сооружения.

воздействие от нагрузки: Усилия, напряжения, деформации, перемещения в конструкции (элементе конструкции), возникающие от действия внешних нагрузок (постоянных, временных, температурных и пр.).

грузоподъемность: Характеристика (показатель) технического состояния мостового сооружения, соответствующая максимальному воздействию временной вертикальной нагрузки, при котором не наступает предельное состояние первой группы ни в одной из основных несущих конструкций сооружения.

Примечание. Грузоподъемность сооружения в целом определяется грузоподъемностью наиболее слабой из основных несущих конструкций.

дефект в мостовом сооружении (дефект): Каждое отдельное несоответствие в мостовом сооружении установленным требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

допустимый класс нагрузки: Мера экстремально допустимого воздействия временной вертикальной нагрузки определенной структуры, которое не вызывает наступление предельного состояния первой группы в несущих конструкциях при нормальной эксплуатации сооружения.

Примечания

1. Для эталонных нагрузок по схемам АК и НК допустимые классы нагрузки выражаются безразмерными величинами $K_{АК}$ и $K_{НК}$ как отношение величины экстремального воздействия от эталонной нагрузки к воздействию от аналогичной единичной эталонной нагрузки класса $K = 1$.

2. Для нагрузок от колонн автомобилей допустимый класс нагрузки соответствует допустимой массе отдельного автомобиля из состава колонны.

класс грузоподъемности: Мера грузоподъемности сооружения (конструкции, элемента конструкции), выраженная значением допустимого класса или массы рассматриваемой временной вертикальной нагрузки.

конструкция: Часть мостового сооружения, состоящая из конструктивно объединенных элементов, выполняющая определенные функции (несущие, ограждающие, защитные и (или) другие).

Примечания

1. В мостовом сооружении конструкции делят на основные, обеспечивающие основные функциональные свойства мостового сооружения, и неосновные (вспомогательные), обеспечивающие, например, защиту и безопасность только в экстремальных ситуациях, удобство содержания в период эксплуатации и другие вспомогательные функциональные свойства.

2. Из множества основных конструкций выделяют несущие конструкции, основной функцией которых является восприятие воздействий от постоянных и временных нагрузок.

контролируемый режим движения: Режим движения, при котором пропуск транспортных средств по сооружению осуществляется по специальному разрешению в сопровождении представителей службы эксплуатации и/или ГИБДД и, как правило, в одиночном порядке.

мостовое сооружение: Искусственное сооружение, состоящее из одного или нескольких пролетных строений и опор, предназначенное для пропуска различных видов транспорта и пешеходов, а также водотоков, селей, скота, коммуникаций различного назначения, порознь или в различных комбинациях над естественными или искусственными препятствиями.

Примечание. К искусственным препятствиям относятся искусственные водоемы, водные каналы, автомобильные и железные дороги, другие инженерные сооружения, а также территории предприятий, городские территории, через которые проходит автомобильная дорога.

неконтролируемый режим движения: Режим движения, при котором регулирование пропуска транспортных средств осуществляется техническими средствами организации дорожного движения.

основная несущая конструкция: Конструкция сооружения, предназначенная для восприятия воздействий от постоянных и временных нагрузок, наступление предельного состояния первой группы в которой приводит к утрате работоспособного состояния (жесткости и устойчивости) сооружения в целом.

опора моста: Несущая конструкция мостового сооружения, поддерживающая пролетные строения и передающая нагрузки от них на основание.

опорная часть: Несущая конструкция мостового сооружения, передающая нагрузку от пролетного строения на опоры и обеспечивающая угловые и линейные, либо только угловые перемещения пролетного строения.

основание опоры: Массив грунта, в котором размещены собственно строительные конструкции фундамента опоры.

пролетное строение: Несущая конструкция мостового сооружения, перекрывающая все пространство или часть его между двумя или несколькими опорами, воспринимающая нагрузку от элементов мостового полотна, транспортных средств и пешеходов, и передающая ее на опоры.

условная несущая способность: Величина максимального воздействия на элемент от временных проектных нагрузок, определяемая в соответствии с указаниями тех норм проектирования, по которым конструкция была запроектирована.

ширина проезда: Расстояние в свету между ограждениями безопасности ездового полотна мостового сооружения.

элемент конструкции: Составная часть сложного технического объекта, рассматриваемая как единое целое, не подлежащее дальнейшему разукрупнению, имеющая самостоятельные характеристики, используемые при расчетах, и выполняющая

определенную частную функцию в интересах сложного объекта, который по отношению к элементу представляет собой систему.

Примечание. Элементами могут быть балка, плита, диафрагма, ригель и т.д.

эталонные автомобильные нагрузки: Временные вертикальные нагрузки заданной структуры.

4 Определение грузоподъемности деревянных мостов

4.1 Общие положения

4.1.1 Методика определения грузоподъемности деревянных мостов распространяется, в основном, на сооружения балочных конструкций: мосты с простыми прогонами и стоечными опорами, и фермы Гау-Журавского. Расчет грузоподъемности деревянных мостов с другими типами пролетных строений выполняют на основании требований норм проектирования мостов с учетом общих указаний [3].

4.1.2 Основные допущения при проведении расчетов.

Основным способом расчета следует считать пространственный расчет, однако допускается пространственные конструкции расчленять на плоские, податливостью соединений допускается пренебрегать.

Усилия в элементах и соединениях определяют в предположении упругой работы путем загружения поверхностей (линий) влияния с учетом указаний главы 5 [3].

Поскольку технически обеспечить жесткую стыковку элементов в деревянных конструкциях достаточно сложно, а прочностные свойства и надежность таких закреплений с течением времени ухудшается, то узловые соединения в фермах допускается считать шарнирными. Укосины, диагональные связи и подкосы в восприятии вертикальных усилий, передаваемых насадками на сваи и стойки опор, допускается не учитывать.

Допускается не учитывать напряжения и деформации от изменения температуры, усушки и разбухания древесины.

Допускается действие сил трения учитывать только в случаях, когда трение ухудшает условия работы конструкции или соединения (коэффициент трения дерева по дереву в этих случаях допускается принимать равным 0,6).

4.1.3 К числу дефектов, снижающих грузоподъемность деревянных мостов, относят: загнивание древесины, сколы и смятие древесины по рабочим сечениям и площадкам врубок, узловых подушек, шпонок, стыков, истирание, механические повреждения, а также поперечные трещины и разрывы в растянутых и изгибаемых элементах, расстройства узлов и сопряжений элементов; повреждения и расстройства связей пролетных строений и перекосы главных ферм; недостаточное натяжение металлических тяжей в фермах Гау-Журавского.

Загнивание и изломы свай, связей и другие дефекты опор являются основной причиной снижения грузоподъемности мостов в целом.

4.1.4 Расчеты элементов производят в наиболее напряженных сечениях и в сечениях с дефектами, влияющими на грузоподъемность, согласно указаниям раздела 10 [2].

Для расчета поперечин при пространственной расчетной схеме необходимо выбирать сечения, удаленные от мест опирания прогонов на опоры.

4.1.5 В п.п. 4.2-4.4 приведены рекомендации по применению инженерных способов расчета элементов деревянных мостов. При этом рекомендуется в первую очередь проверять грузоподъемность прогонов, затем – грузоподъемность поперечин и опор.

Численное моделирование рекомендуется выполнять с помощью стержневых изгибаемых конечных элементов с использованием модели «балочная клетка» (п. Б.1.1 [3]). При этом поверхности (линии) влияния строят отдельно для определения усилий от временных нагрузок и отдельно для определения усилий от постоянных нагрузок, применяя соответствующие модули упругости (п. 4.1.6). Геометрические характеристики элементов принимают согласно п.п. 4.1.12 – 4.1.15.

Моделирование однослойного настила также выполняют с помощью стержневых изгибаемых элементов с шириной поперек настила равной суммарной ширине досок, попадающих под ширину распределения давления от колеса. Двойной настил из досок, параллельных пролету прогонов, моделируется как однослойный настил. Доски верхнего слоя в расчет не принимают. Двуслойный настил из взаимно перпендикулярных слоев досок доускается моделировать плитными конечными элементами с одинаковыми жесткостными характеристиками вдоль и поперек моста.

Деревоплита, уложенная поперек прогонов, также может быть представлена в геометрической модели в виде поперечных балок (см. п. Б.1.1 [3]).

При расчетах поперечин загружать поверхности влияния следует «отпечатками» колес, т.е. с учетом ширины контакта.

Характеристики материалов

4.1.6 Расчетные характеристики древесины, стали и других материалов принимают по [2].

Модули упругости древесины для всех пород дерева принимают:

– при сжатии и растяжении вдоль волокон, а также при изгибе:

для обычной древесины:

от постоянных нагрузок – E_1 = 8340 (85 000) МПа (кгс/см^2),

от временных нагрузок – E_1 = 9810 (100 000) МПа (кгс/см^2);

для клееной древесины:

от любых нагрузок – E_1 = 9810 (100 000) МПа (кгс/см^2);

– при сжатии поперек волокон – E_2 = 392 МПа (4000 кгс/см^2).

Коэффициенты Пуассона древесины принимают

- при расчете досок настила μ = 0,5 – при определении деформаций поперек волокон при сжатии и растяжении вдоль волокон;

- при расчете многослойной клееной деревоплиты:

μ_{12} = 0,5 – при определении деформаций поперек волокон при сжатии и растяжении вдоль волокон;

μ_{21} = 0,02 – при определении деформаций вдоль волокон при сжатии и растяжении поперек волокон.

Для многослойной клееной деревоплиты, состоящей из n слоев взаимно перпендикулярных досок при расположении досок слоев вдоль (ось X) и поперек (ось Y) оси пролетного строения, коэффициенты Пуассона и модули упругости E_1^* и E_2^* соответственно по направлениям осей X и Y ориентации досок определяют по формулам:

модули упругости

$$E_1^* = \frac{\left(1-\mu_{21}^*\mu_{12}^*\right)\mu_{21}}{\left(1-\mu_{21}\mu_{12}\right)\mu_{21}^*}E_1; \quad E_2^* = \frac{\left(1-\mu_{21}^*\mu_{12}^*\right)\mu_{21}}{\left(1-\mu_{21}\mu_{12}\right)\mu_{12}^*}E_1; \qquad (4.1.1)$$

коэффициенты Пуассона

$$\mu_{12}^* = \frac{(2n+1)\mu_{12}\mu_{21}}{(n+1)\mu_{21}+n\mu_{12}}; \quad \mu_{21}^* = \frac{(2n+1)\mu_{12}\mu_{21}}{(n+1)\mu_{12}+n\mu_{21}}. \qquad (4.1.1)$$

При ориентации досок слоев деревоплиты под другими углами к направлению оси пролетного строения модули упругости деревоплиты находят по формулам преобразования жесткостных характеристик анизотропных материалов при изменении осей координат.

4.1.7 Расчетные сопротивления древесины сосны принимают по таблице 4.1.1 при влажности не менее 25 %. При неизвестном сорте древесины принимают меньшие значения. Для древесины других пород расчетные сопротивления умножают на коэффициент перехода $K_П$ по таблице 4.1.2.

4.1.8 Расчетные сопротивления клееной древесины сосны, коэффициенты условий работы и другие характеристики, не приведенные в настоящих Рекомендациях, принимают по нормам проектирования.

Таблица 4.1.1 – Расчетные сопротивления древесины, МПа (кгс/см^2)

Напряженное состояние и характеристика элементов	Обозначение	Сосна 1 сорта	Сосна 2 сорта
1. Изгиб:	R_{db}		
а) элементов из бревен естественной коничности		15,2 (155)	13,7 (139)
б) элементов из брусьев и окантованных бревен		13,7 (140)	12,3 (126)
в) досок настила и др.		11,8 (120)	10,6 (108)
2. Растяжение вдоль волокон	R_{dt}	9,8 (100)	6,86 (70)
3. Сжатие и смятие вдоль волокон	R_{ds}, R_{dqs}	11,8 (120)	10,6 (108)
4. Сжатие и смятие всей поверхности поперек волокон	R_{dq}	1,47 (15,0)	1,32 (13,5)
5. Смятие местное поперек волокон:	R_{dqp}		
а) в лобовых врубках (при длине площади смятия до 15 см), шпонках и узловых подушках		2,5 (26)	2,25 (23,4)
б) под шайбами при углах смятия от 90 до 60°		3,3 (34)	2,97 (30,6)
6. Скалывание (наибольшее) вдоль волокон при изгибе	R_{dab}	2,15 (22)	1,93 (19,8)
7. Скалывание (среднее по площадке) в соединениях на врубках, учитываемое в пределах длины не более 10 глубин врезки и двух толщин брутто элемента:			
а) вдоль волокон	R_{dam}	1,47 (15)	1,32 (13,5)
б) поперек волокон	R_{dsm}	0,69 (7,0)	0,62 (6,3)

Примечания: 1. Расчетные сопротивления древесины смятию и скалыванию под углом α к направлению волокон, а также местному смятию поперек волокон на части длины элемента определяют по формулам примечаний к таблице 10.1 [2].

2. Если в расчетных сечениях элементов имеются ослабления врубками или врезками, то соответствующие расчетные сопротивления умножают на коэффициенты условий работы, равные: 0,80 – для растянутых элементов; 0,85 – для изгибаемых элементов из брусьев; 0,90 – для изгибаемых элементов из бревен.

Таблица 4.1.2 – Коэффициент перехода $K_П$ для расчетных сопротивлений древесины других пород

Порода дерева	Коэффициент перехода для расчетных сопротивлений		
	растяжению, изгибу, сжатию и смятию вдоль волокон	сжатию и смятию поперек волокон	скалыванию
Ель	1,0	1,0	1,0
Лиственница	1,2	1,2	1,0*
Пихта	0,8	0,8	0,8
Дуб	1,3	2,0	1,3
Ясень, граб	1,3	2,0	1,6
Бук	1,1	1,6	1,3

*Для клееных конструкций – 0,9.

4.1.9 Объемные веса древесины принимают по таблице 4.1.3.

Таблица 4.1.3 – Объемные веса древесины

Материал	Объемный вес, кН/м^3 (тс/м^3)
Сосна, ель, кедр:	
непропитанные	5,89 (0,6)
пропитанные (в том числе для клееных конструкций)	6,87 (0,7)
Дуб, лиственница:	
непропитанные	7,85 (0,8)
пропитанные (в том числе для клееных конструкций)	8,23 (0,9)
Бакелизированная фанера	10,0 (1,02)

Геометрические характеристики элементов

4.1.10 Геометрические характеристики некоторых элементов из бревен допускается принимать по таблицам 4.1.4 и 4.1.5.

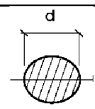
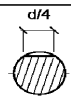
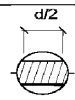
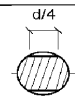
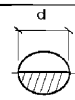
При расчете сжатых элементов с клеештыревыми стыками ослабление сечения отверстиями под штыри не учитывается, если сечение полностью сжато.

При проверке прочности сечения растянутых элементов в зоне клеештыревого стыка площадь сечения A_{nt} следует принимать равной $A_{nt} = 0{,}9A_{nt}$.

4.1.11 Расчет элементов из бревен следует производить с учетом сбега в размере 1,0 см на 1 м длины бревна.

Площадь сечения A_{nt} определяют при условном совмещении в рассматриваемом сечении всех ослаблений, расположенных на участке длиной 20 см.

Таблица 4.1.4 – Площади A, статические моменты S, моменты инерции I и моменты сопротивления W для некоторых профилей бревен

Профиль сечения	Площадь сечения A, см^2	Расстояние от нейтральной оси до крайних волокон		Момент инерции I_x, см^4	Момент сопротивления W_x, см^3	Статический момент, S, см^3
		e_1, см	e_2, см			
	0,7854 d^2	0,5d	0,5d	0,0491 d^4	0,0982 d^3	0,0833d^3
	0,7627 d^2	0,4467d	0,4863d	0,0442 d^4	0,0908 d^3	0,0780 d^3
	0,7790 d^2	0,4754d	0,4959d	0,0476 d^4	0,0959 d^3	0,0818 d^3
	0,7827 d^2	0,4857d	0,4983d	0,0485 d^4	0,0974 d^3	0,0827 d^3
	0,7401 d^2	0,4330d	0,4330d	0,0395 d^4	0,0912 d^3	0,0729d^3
	0,7726 d^2	0,4713d	0,4713d	0,0461 d^4	0,0978 d^3	0,0802 d^3
	0,7801 d^2	0,4841d	0,4841d	0,0479 d^4	0,0989 d^3	0,0820 d^3
	0,3927 d^2	0,2122d	0,2878d	0,0069 d^4	0,0238 d^3	0,0220d^3

Ослабления, создаваемые в сжатых элементах нагелями, допускается учитывать без совмещения близлежащих ослаблений. Ослабления сжатых элементов, создаваемые гвоздями, поставленными без предварительного просверливания гнезд, допускается не учитывать.

В качестве площади A_{nt} следует принимать также рабочую площадь, определяемую с учетом площадок скалывания между соседними ослаблениями, если она дает более неблагоприятные результаты.

Таблица 4.1.5 – Размеры сегментных врубок

диаметр бревна, см	глубина врубки, см	площадь сегмента $см^2$	длина хорды сегмента, см	диаметр бревна, см	глубина врубки, см	площадь сегмента, $см^2$	длина хорды сегмента, см
24	3	32,6	15,9	32	3	38,1	18,6
	4	49,5	17,9		4	58,0	21,2
	5	68,3	19,5		5	80,3	23,2
26	3	34,0	16,6	34	3	39,3	19,3
	4	51,8	18,8		4	59,9	21,9
	5	71,5	20,5		5	83,0	24,1
28	3	35,4	17,3	36	3	40,5	19,9
	4	54,0	19,6		4	61,8	22,6
	5	74,5	21,4		5	85,6	24,9
30	3	36,8	18,0	38	3	41,7	20,5
	4	56,1	20,4		4	63,5	23,3
	5	77,4	22,4		5	88,2	25,7

4.2 Определение грузоподъемности балочных мостов с простыми прогонами

Определение грузоподъемности поперечин

4.2.1 При расчете поперечин проезжей части сосредоточенное давление колеса расчетной автомобильной или колесной нагрузки принимается распределенным:

- при устройстве поперечного настила, выполняющего роль поперечины, нагрузку от колеса принимают приходящейся: при наличии верхнего продольного настила – на две доски поперечного настила, при одиночном поперечном настиле – на одну доску настила (рисунок 4.2.1, а);

- при двойном продольном настиле распределение нагрузки на нижний настил принимается на число досок соответственно расположенных на ширине обода колеса или полосы распределенной нагрузки (рисунок 4.2.1, б);

- при наличии над настилом асфальтобетона или песчаной постели нагрузку распределяют под углом 45° в пределах полной толщины асфальтобетона или постели. Тоже для настила из досок, уложенных на ребро и сплоченных гвоздями при асфальтобетонном покрытии (рисунок 4.2.1, в);

- в рабочее сечение настила включаются все доски в зоне распределения давления, ширина которых попадает в эту зону не менее чем на половину ширины доски.

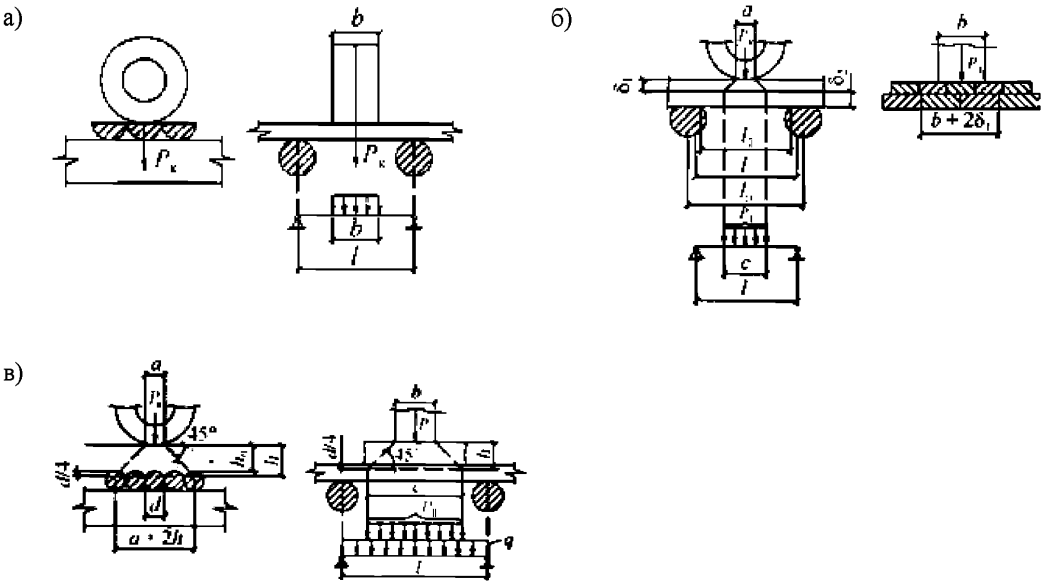


Рисунок 4.2.1 – Схемы к учету нагрузок на поперечный настил при отсутствии поперечин: а) при одиночном поперечном настиле; б) при двойном продольном настиле; в) при наличии над настилом асфальтобетона, песчаной постели или для настила из досок, уложенных на ребро и сплоченных гвоздями при асфальтобетонном покрытии

4.2.2 При двойном дощатом настиле, уложенном на отдельные поперечины, нагрузка от колеса на поперечины передается с учетом коэффициента упругого распределения $k_{пр}$, величину которого определяют по формуле:

$$k_{пр} = \frac{8c^3 I_П}{d^3 I_Н}, \qquad (4.2.1)$$

где c – расстояние между осями поперечин, см; d – расстояние между осями прогонов, см; $I_П$ – момент инерции поперечин, см; $I_Н$ – момент инерции досок нижнего настила, воспринимающих давление колеса, см^4 (обычно три или две доски).

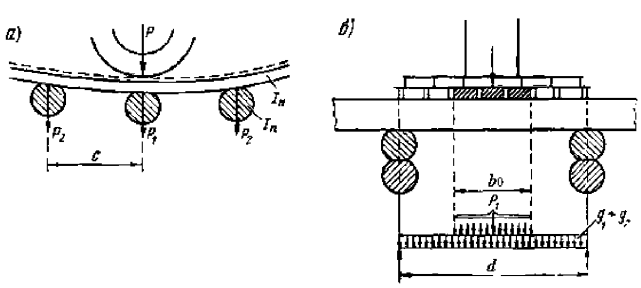


Рисунок 4.2.2 – Схемы к расчету поперечин:

а) нагрузка на поперечину вдоль моста; б) распределение нагрузки на поперечину поперек моста

Давление на среднюю поперечину (над которой стоит груз) определяют по формуле:

$$P_1 = \alpha_1 P_к, \tag{4.2.2}$$

где $P_к$ – давление от колеса; α_1 – коэффициент упругого распределения:

- при $k_{пр} \geq 1/3$ $$\alpha_1 = \frac{1+2k_{пр}}{3+2k_{пр}}; \tag{4.2.3}$$

- при $0{,}055 \leq k_{пр} < 1/3$ $$\alpha_1 = \frac{1+18k_{пр}+7k_{пр}^2}{5+35k_{пр}+k_{пр}^2}. \tag{4.2.4}$$

Постоянную нагрузку от дощатого настила и собственно поперечин допускается не учитывать.

4.2.3 Грузоподъемность поперечин определяют расчетом как разрезной балки с пролетом d равным расстоянию между осями прогонов по формулам:

- предельное значение изгибающего момента, кН·м

$$M_{пред} = W_{nt} R_{db} K_П; \tag{4.2.5}$$

- изгибающий момент от постоянных нагрузок, кН·м

$$M_{пост} = \left(\gamma_{f1}\gamma_1\delta_1 c + \gamma_{f2}\gamma_2\delta_2 c + \gamma_{f3}\gamma_3 A_{поп} + \gamma_{f4}\gamma_4 A_{покр}\right)\frac{d^2}{8}; \tag{4.2.6}$$

- изгибающий момент от эталонной временной нагрузки АК, кН·м, если на пролете d размещается только одно колесо нагрузки

$$M_н = \frac{1}{8}\gamma_{fv}\frac{K}{2}c\left(d-0{,}5b_0\right) + \frac{1}{4}\gamma_{f,Т}\frac{10K}{2}\alpha_1\left(d-0{,}5b_0\right); \tag{4.2.7}$$

- изгибающий момент от эталонных колесных нагрузок (НК, ЭН$_3$), кН·м, если на пролете d размещается только одно колесо нагрузки

$$\begin{aligned} M_{НК} &= \frac{1}{4}P_к\gamma_{f,НК}\alpha_1\left(d-0{,}5b_0\right); \\ M_{ЭН_3} &= \frac{1}{4}P_к\gamma_{f,Т}\alpha_1\left(d-0{,}5b_0\right); \end{aligned} \tag{4.2.8}$$

где K – класс нагрузки; $P_к$ – давление на колесо автомобиля или колесной нагрузки (для нагрузки НК $P_к$ = 9К, кН); W_{nt} – момент сопротивления одной поперечины, определяемый по таблице 4.1.4; R_{db} – расчетное сопротивление древесины на изгиб (таблица 4.1.1); $K_П$ –

поправочный коэффициент к расчетному сопротивлению древесины на породу леса (таблица 4.1.2); d – расстояние между осями прогонов; c – расстояние между осями поперечин; b_0 – ширина распределения давления от обода колеса; α_1 – коэффициент упругого распределения нагрузки, определяемый по формулам (4.2.3) и (4.2.4); γ_1, γ_2, γ_3, γ_4 – удельный вес материала соответственно верхнего дощатого настила, нижнего дощатого настила, поперечны, покрытия (или засыпки) мостового полотна; δ_1, δ_2 – толщина соответственно верхнего и нижнего дощатого настила; $A_{поп}$, $A_{покр}$ – соответственно площадь поперечины и площадь покрытия (или засыпки) мостового полотна, приходящаяся на рассматриваемую поперечину; γ_{f1}, γ_{f2}, γ_{f3}, γ_{f4} – коэффициент надежности к постоянным нагрузкам принимают по указаниям п. 5.1.1 [3]; γ_{fv}, $\gamma_{f;Т}$, $\gamma_{f;НК}$ – коэффициенты надежности соответственно для распределенной части нагрузки АК, для тележки АК и эталонной трехосной нагрузки $ЭН_3$, для нагрузки НК (принимают согласно п.п. 4.1.3 4.1.4 [3]).

При отсутствии асфальтобетонного покрытия или засыпки мостового полотна допускаемая нагрузка на колесо по условию прочности поперечины может быть определена по формуле

$$P_к = \frac{4R_{db}W_{nt}K_П}{1{,}4\alpha_1(d-0{,}5b_0)}. \qquad (4.2.9)$$

Определение грузоподъемности балочных мостов с простыми прогонами

4.2.4 Класс нагрузки на разбросные (сближенные) и сосредоточенные прогоны вычисляют с учетом постоянной нагрузки, принимаемой по фактической величине. Расчет производят путем проверки прочности прогона по расчетному сопротивлению древесины на изгиб в сечении в середине пролета, с учетом дефектов.

Расчет разбросных (сближенных) прогонов

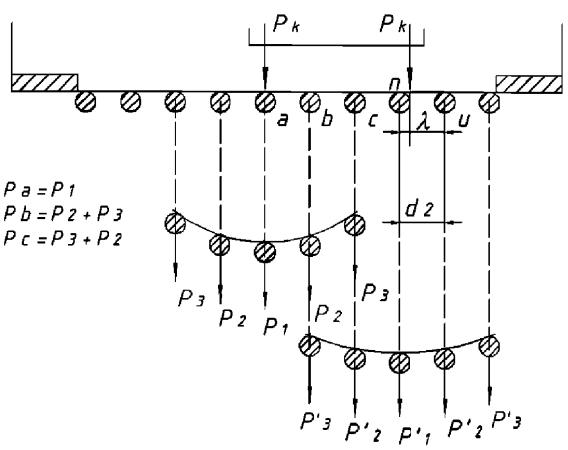


Рисунок 4.2.3 – Схема к расчету разбросных (сближенных) прогонов

4.2.5 Наиболее целесообразно усилия в прогонах определять путем загружения поверхностей влияния, используя для этого численные методы расчета. Однако допускается вычислять распределение усилий от колес подвижной нагрузки через коэффициент упругой передачи. Расчетную схему прогонов вдоль моста в любом случае принимают в виде разрезных балок.

4.2.6 Коэффициент упругой передачи нагрузки для прогонов определяют:

$$k_{\text{пр}} = \frac{8d^3 I_{\text{ПР}}}{l^3 I_{\text{П}}}, \qquad (4.2.10)$$

где d – расстояние между осями прогонов: $I_{\text{ПР}}$ – момент инерции прогона; l – расчетный пролет прогонов; $I_{\text{П}}$ – момент инерции поперечин, воспринимающих давление колеса при автомобильной нагрузке (обычно двух или трех поперечин).

В зависимости от соотношения жесткостей поперечин и прогонов давление может распределиться на три, пять или большее количество прогонов. Если $k_{\text{пр}} \geq 1/3$ давление колеса распределяется на три прогона. Если $0{,}055 \leq k_{\text{пр}} < 1/3$, давление колеса распределяется на пять прогонов (см. рисунок 4.2.3), а если меньше 0,055 – на семь.

4.2.7 По величине коэффициента упругой передачи $k_{\text{пр}}$ и количеству прогонов, на которое распределяется давление, по таблице 4.2.1 находят коэффициенты упругого распределения α_i (индексы при коэффициентах α_i соответствуют давлениям P_i на прогоны от отдельных колес, где i = 1 – индекс для среднего прогона) и вычисляют коэффициент давления β на прогоны от отдельных колес и полосы загружения по формулам (см. рисунок 4.2.3):

для прогона "a" от P_1 принимают $\beta_a = \alpha_1$;

для прогона "b" от $(P_2 + P_3)$ принимают $\beta_b = \alpha_2 + \frac{\lambda}{d}\alpha_3$

для прогона "c" от $(P_3 + P_2)$ принимают $\beta_c = \alpha_3 + \frac{\lambda}{d}\alpha_2$,

где λ/d – смещение давления колеса относительно ближайшего прогона между прогонами "d".

Для расчета грузоподъемности принимают прогон, для которого суммарный коэффициент будет наибольший

$$\beta_{\max} = \max(\beta_a, \beta_b, \beta_c).$$

4.2.8 Грузоподъемность разбросных прогонов определяют как для разрезной балки с пролетом равным расстоянию l между осями насадок опор по формулам:

- предельное значение изгибающего момента, кН·м,

$$M_{\text{пред}} = W_{nt} R_{db} K_{\text{П}}, \qquad (4.2.11)$$

где W_{nt} – момент сопротивления нетто рассматриваемого сечения; R_{db} – расчетное сопротивление древесины (таблица 4.1.1); $K_{\text{П}}$ – коэффициент породы дерева (таблица 4.1.2);

Таблица 4.2.1 – Коэффициенты упругого распределения давления колеса α для определения грузоподъемности балочных мостов со сближенными прогонами

На три элемента			На пять элементов				На семь элементов				
$k_{\text{пр}}$	α_1	α_2	$k_{\text{пр}}$	α_1	α_2	α_3	$k_{\text{пр}}$	α_1	α_2	α_3	α_4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10	0,914	0,043	0,30	0,444	0,272	0,006	0,05	0,28	0,22	0,126	0,004
9	0,904	0,048	0,28	0,436	0,271	0,011	0,04	0,26	0,22	0,128	0,018
8	0,894	0,053	0,26	0,430	0,270	0,015	0,03	0,25	0,21	0,130	0,035
7	0,882	0,059	0,24	0,422	0,269	0,021	0,02	0,22	0,19	0.134	0,057
6	0,866	0,067	0,22	0,414	0,267	0,026	0,01	0,19	0,17	0,137	0,091
5	0,846	0,077	0,20	0,404	0,265	0,033	0,00	0,17	0,16	0,140	0,114
4	0,818	0,091	0,19	0,398	0,264	0,037	0,00	0,15	0,14	0,142	0,136
3,5	0.800	0,100	0,18	0,394	0,263	0,041	0	0,14	0.14	0.143	0,143
3,0	0,778	0,111	0,17	0,388	0,261	0,045	-	-	-	-	-
2,5	0,750	0,125	0,16	0,382	0,260	0,049	-	-	-	-	-
2,0	0,714	0,143	0,15	0,376	0,258	0,054	-	-	-	-	-
1,5	0,666	0,167	0,14	0,370	0,256	0,059	-	-	-	-	-
1,0	0,600	0,200	0,13	0,362	0,255	0,064	-	-	-	-	-
0,9	0,582	0,209	0,12	0,356	0,253	0,070	-	-	-	-	-
0,8	0,564	0,218	0,11	0,346	0,251	0,076	-	-	-	-	-
0,7	0,544	0,228	0,10	0,338	0,248	0,083	-	-	-	-	-
0,6	0,524	0,238	0,09	0,330	0,245	0,090	-	-	-	-	-
0,5	0,500	0,250	0,08	0,320	0,242	0,098	-	-	-	-	-
0,4	0,474	0,263	0,07	0,310	0,238	0,107	-	-	-	-	-
0,333	0,454	0,273	0,06	0,298	0,235	0,116	-	-	-	-	-
0,30	0,444	0,278	0,055	0,292	0,233	0,121	-	-	-	-	-

- изгибающий момент от постоянных нагрузок на один прогон, кН·м

$$M_{\text{пост}} = \left(\gamma_{f1}\gamma_1\delta_1 d + \gamma_{f2}\gamma_2\delta_2 d + \gamma_{f3}\gamma_3 A_{\text{поп}} \frac{d}{c} + \gamma_{f4}\gamma_4 A_{\text{покр}} \right) \frac{l^2}{8}; \qquad (4.2.12)$$

- момент от временных нагрузок АК, кН·м

$$M_{\text{н}} = \gamma_{fv} \cdot K \cdot k_{\text{пу,АК}} \frac{l^2}{8} + \gamma_{f,\text{Т}} 10K \cdot k_{\text{пу,Т}} \sum \eta_i ; \qquad (4.2.13)$$

- момент от колесных нагрузок (НК, ЭН_3), кН·м

$$\begin{aligned} M_{\text{НК}} &= \gamma_{f,\text{НК}} P_{\text{к}} k_{\text{пу,НК}} \sum \eta_i ; \\ M_{\text{ЭН}_3} &= \gamma_{f,\text{Т}} P_{\text{к}} k_{\text{пу,НК}} \sum \eta_i ; \end{aligned} \qquad (4.2.14)$$

где $P_{\text{к}}$ – давление на ось автомобиля или колесной нагрузки (для нагрузки НК $P_{\text{к}}$ = 18К, кН); l – расстояние между осями насадок.

Остальные обозначения приведены в п. 4.2.3.

Коэффициенты поперечной установки определяют по методу упругого распределения, считая α_i ординатами линии влияния поперечного распределения давления на соответствующий прогон:

$$k_{\text{пу,АК}} = k_{\text{пу,Т}} = 0{,}5\Sigma\alpha_i s_i \qquad k_{\text{пу,НК}} = 0{,}5\Sigma\alpha_i, \qquad (4.2.15)$$

где s_i – коэффициенты полосности, принимают согласно действующим нормативным документам на проектирование мостов.

Расчет сосредоточенных прогонов

4.2.9 Расчет грузоподъемности сосредоточенных прогонов производят так же, как и разбросных прогонов, но с учетом коэффициента поперечной установки, определяемого по правилу рычага в предположении разрезанности поперечин над прогонами.

Расчет составных прогонов

4.2.10 Грузоподъемность составных прогонов проверяют по условиям прочности на изгиб, на скалывание колодок (или шпонок), а также условиям прочности на скалывание и смятие бревна или бруса между колодками (или шпонками).

Если по плоскостям скалывания будет обнаружено значительное количество трещин, гниль и сильные обмятия в гнездах колодок (более 25 %), то составные прогоны рассчитывают как составные с учетом ослабления их колодками (шпонками).

4.2.11 Расчет грузоподъемности составных прогонов на изгиб выполняют, так же как и сосредоточенных прогонов, принимая момент сопротивления составного сечения прогона с учетом коэффициента составности η по таблице 4.2.2

$$W_{nt} = W\eta. \qquad (4.2.16)$$

При определении момента сопротивления сечения, площадок скалывания и смятия учитывают загнивание элементов, а также трещины по рабочим площадкам.

Таблица 4.2.2 – Коэффициент составности η

Для двухъярусных балок пролетом	до 6 м	η = 0,85
	9 м и более	η = 0,90
Для трехъярусных балок пролетом	до 6 м	η = 0,80
	9 м и более	η = 0,85

4.2.12 Предельная поперечная сила по условию прочности на скалывание колодок или шпонок составных прогонов вдоль волокон:

$$Q_{\text{пред}} = 0{,}7K_{\text{П}}R_{dam}\frac{lb}{c}H_0, \qquad (4.2.17)$$

где H_0 – плечо внутренней пары составного сечения в см, определяют по таблице 4.2.3; c – расстояние между осями колодок; b – ширина колодки или шпонки (рисунок 4.2.4); l – длина колодки или шпонки; R_{dam} – расчетное сопротивление древесины (таблица 4.1.1); $K_{\text{П}}$ – коэффициент породы дерева (таблица 4.1.2).

4.2.13 Предельная поперечная сила по условию смятия бревна или бруса составных прогонов колодками:

$$Q_{\text{пред}} = A_qK_{\text{П}}R_{dqs}\frac{lb}{c}H_0, \qquad (4.2.18)$$

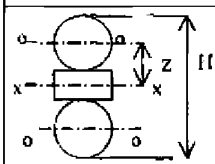
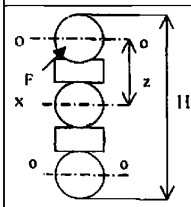
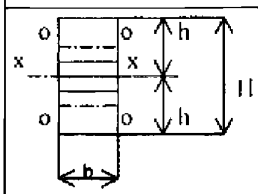
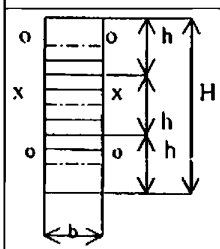
где A_q – площадь смятия бревна или бруса одной колодкой ($A_q = b_1a$ при прямоугольной площадке смятия, $A_q = 2/3\ b_1a$ при смятии по круговому сегменту; b_1 определяют по глубине врезки колодки в бревно, см. рисунок 4.2.4); R_{dqs} – расчетное сопротивление древесины (таблица 4.1.1); $K_{\text{П}}$ – коэффициент породы дерева (таблица 4.1.2); c – расстояние между осями колодок; b – ширина колодки или шпонки (рисунок 4.2.4); l – длина колодки или шпонки.

4.2.14 Предельная поперечная сила по условию скалывания бревна или бруса составных прогонов между колодками:

$$Q_{\text{пред}} = 0{,}7K_{\text{П}}R_{dam}\frac{b_1(c-l)}{c}H_0, \qquad (4.2.19)$$

где $K_{\text{П}}$ – коэффициент породы дерева (таблица 4.1.2); R_{dam} – расчетное сопротивление древесины (таблица 4.1.1); H_0 – плечо внутренней пары сил; c – расстояние между осями колодок; b_1 – ширина колодки или шпонки (рисунок 4.2.4); l – длина колодки или шпонки.

Таблица 4.2.3 – Моменты инерции, моменты сопротивления и статические моменты составных сечений из бревен и брусьев

Тип составного сечения	Момент инерции составного сечения относительно оси $x-x$, I_x	Момент сопротивления составного сечения относительно оси $x-x$, W_x	Статический момент половины составного сечения относительно оси $x-x$, S_x	Плечо внутренней пары $H_0 = I_x/S_x$
	$A\left(\frac{2d^2}{16}+2z^2\right)$	$2\frac{L_N}{H}$	Az	$\frac{d^2+16z^2}{2z}$
	$A\left(\frac{3d^2}{16}+2z^2\right)$	$2\frac{L_N}{H}$	Az	$\frac{3d^2+32z^2}{16z}$
	$\frac{bH^3}{12}$	$\frac{bh^2}{6}$	$\frac{bh^2}{6}$	$\frac{2H}{3}$
	$\frac{bH^3}{12}$	$\frac{bh^2}{6}$	$\frac{bh^2}{6}$	$\frac{2H}{3}$

Примечание. В таблице 4.2.3 обозначено: A – площадь поперечного сечения одного бревна; d – диаметр бревна; z – расстояние от нейтральной оси x-x до оси бревна; h – высота

одного бруса; b – ширина бруса; H – полная высота составного сечения; H_0 – плечо внутренней пары.

4.2.15 Величины $Q_{врем}$, $Q_н$, $Q_{пост}$, $Q_{пеш}$ и $Q_{проч}$ находят в опорном сечении и в середине пролета (при разном шаге колодок) или только в опорном сечении (при равном шаге) с использованием линий влияния поперечных сил по общим формулам или загружая поверхности влияния в автоматизированном режиме.

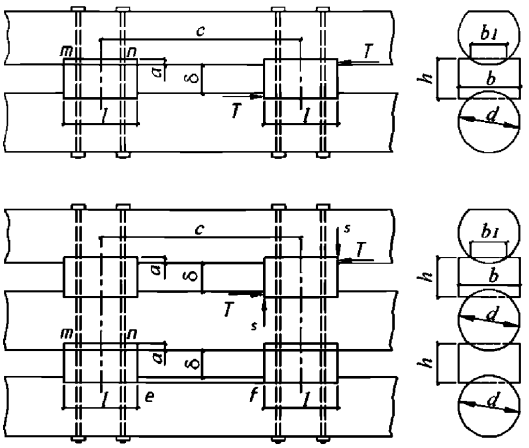


Рисунок 4.2.4 – Схемы к расчету на скалывание и смятие

4.3 Определение грузоподъемности пролетных строений с фермами Гау-Журавского

4.3.1 При определении грузоподъемности пролетных строений с фермами Гау-Журавского сначала определяют грузоподъемность элементов проезжей части (поперечин, прогонов, узловых поперечных балок), а затем грузоподъемность главных ферм.

Грузоподъемность ферм Гау-Журавского определяют из условия прочности нижнего пояса в ослабленном сечении и в середине пролета, а также на растяжение в стыках нижних поясов, узловых подушек на скалывание и смятие и на растяжение в металлических тяжах. В случаях выполнения поясов ферм из металла проверяют также сжатые элементы решетки. Расчет грузоподъемности соединений по условию смятия и скалывания выполняют на основе требований норм проектирования с учетом указаний [3].

Если конструктивно не принято мер по включению раскосов решетки в работу на растяжение, то при моделировании растянутые раскосы исключают из расчетной схемы.

Усилия в элементах фермы допускается определять обычными правилами расчета сквозных ферм с шарнирными узлами путем загружения линий влияния с учетом коэффициентов поперечной установки (вычисленных, как правило, по методу внецентренного сжатия) или поверхностей влияния (в автоматизированном режиме).

Линии влияния в восходящем раскосе являются зеркальным отражением линии влияния нисходящего раскоса в той же панели. В опорных панелях работают только восходящие раскосы. Расчетные усилия в раскосах получают при загружении временной нагрузкой отрицательных участков линии влияния. При этом если при загружении постоянными нагрузками усилия получаются положительными, а с учетом временных нагрузок – отрицательными, то постоянные нагрузки вводят в расчет с коэффициентами надежности 0,9.

4.3.2 Предельное значение продольного усилия, кН, по условию прочности нижнего (растянутого) пояса в ослабленном сечении (с наибольшим загниванием или другими дефектами) определяют:

$$N_{\text{пред}} = A_{nt} R_{dt} K_{\text{П}}, \qquad (4.3.1)$$

где A_{nt} – площадь сечения пояса с учетом ослаблений; R_{dt} – расчетное сопротивление древесины (таблица 4.1.1); $K_{\text{П}}$ – коэффициент породы дерева (таблица 4.1.2).

4.3.3 Предельное значение продольного усилия, кН, по условию прочности верхнего (сжатого) пояса сжатого раскоса в ослабленном сечении (с наибольшим загниванием или другими дефектами) определяют:

$$N_{\text{пред}} = A_{nt} R_{ds} K_{\text{П}}, \qquad (4.3.2)$$

где A_{nt} – площадь сечения элемента с учетом ослаблений; R_{ds} – расчетное сопротивление древесины (таблица 4.1.1); $K_{\text{П}}$ – коэффициент породы дерева (таблица 4.1.2).

4.3.3 Предельное значение продольного усилия, кН, по устойчивости верхнего (сжатого) пояса и сжатого раскоса в ослабленном сечении (с наибольшим загниванием или другими дефектами) определяют:

$$N_{\text{пред}} = \varphi A_{br} R_{ds} K_{\text{П}}, \qquad (4.3.3)$$

где A_{br} – площадь сечения элемента принимают: без учета ослаблений при ослаблении сечения на 25 % и менее и 4/3 A_{nt} – при ослаблении сечения свыше 25 %; R_{ds} – расчетное сопротивление древесины (таблица 4.1.1); φ – коэффициент продольного изгиба по формулам (4.3.2) при $\lambda = \dfrac{l_0}{\sqrt{I_{dr}/A_{dr}}}$; l_0 – расчетная длина элемента; I_{dr}, A_{dr} – собственный момент инерции в направлении изгиба и площадь элемента; $K_{\text{П}}$ – коэффициент породы дерева (таблица 4.1.2).

Коэффициент продольного изгиба

$$\begin{cases} \varphi = 1 - 0{,}8\left(\dfrac{\lambda}{100}\right)^2 & \text{при } \lambda \le 70; \\ \varphi = \dfrac{3000}{\lambda^2} & \text{при } \lambda > 70. \end{cases} \qquad (4.3.4)$$

Расчетную длину l_0 принимают равной:

- для поясов из плоскости фермы – расстоянию между узлами фермы;

- для поясов в плоскости фермы – расстоянию между узлами горизонтальных связей фермы;

- для раскосов из плоскости фермы – половине длины раскоса фермы;

- для раскосов в плоскости фермы – полной длине раскоса.

При несимметричных ослаблениях, выходящих на кромку, центрально-сжатые элементы необходимо рассчитывать как внецентренно сжатые.

4.3.4 Условное предельное значение продольного усилия, кН, по условию прочности подушки или пояса в опорном узле на скалывание

$$N_{\text{пред}} = m_a R_{dam} A_a K_{\text{П}}, \qquad (4.3.5)$$

где A_a – площадь скалывания зубьев подушки или пояса в опорном узле; m_a – коэффициент условий работы на скалывание, равный: m_a = 1,0 – при врубках с одним зубом, m_a = 0,8 – при врубках с двумя зубьями по первому от торца зубу; R_{dam} – расчетное сопротивление древесины (таблица 4.1.1); $K_{\text{П}}$ – коэффициент породы дерева (таблица 4.1.2).

4.3.5 Условное предельное значение продольного усилия, кН, по условию прочности подушки или пояса в опорном узле на смятие

$$N_{\text{пред}} = R_{dqp} A_q K_{\text{П}}, \qquad (4.3.6)$$

где A_q – площадь смятия зубьев подушки или пояса в опорном узле; $K_{\text{П}}$ – коэффициент породы дерева (таблица 4.1.2).

4.3.6 Условное предельное значение продольного усилия, кН, по условию прочности металлических тяжей:

$$N_{\text{пред}} = R_s A_s, \qquad (4.3.7)$$

где A_s – площадь сечения тяжа с учетом ослаблений; R_s = 190 МПа (1900 кгс/см^2) – расчетное сопротивление металла накладок.

4.4 Определение грузоподъемности деревянных опор

4.4.1 Грузоподъемность опор балочных мостов с простыми прогонами определяется прочностью насадки на изгиб и на смятие в местах опирания на сваю, прочностью свай на сжатие с учетом продольного изгиба и несущей способностью свай по грунту или по материалу с учетом ослабления сечения в уровне меженных вод из-за загнивания древесины, истирания льдом и других механических повреждений.

Усилия в элементах опор, как правило, определяют пространственным расчетом путем построения и загружения поверхностей влияния в автоматизированном режиме. При использовании плоских расчетных схем ординаты и площади продольных и поперечных линий влияния можно найти в [4].

4.4.2 Предельный изгибающий момент в насадке, кН·м, по условию прочности насадки на изгиб в сечении над сваей (определяют, как правило, при сближенных прогонах):

$$M_{\text{пред}} = R_{db} W_{nt} K_{\text{П}}, \tag{4.4.1}$$

где W_{nt} – момент сопротивления насадки в сечении над сваей с учетом загнивания и ослабления врубкой; R_{db} – расчетное сопротивление древесины (таблица 4.1.1); $K_{\text{П}}$ – коэффициент породы дерева (таблица 4.1.2).

4.4.3 Предельное давление на насадку, кН, по условию прочности насадки на смятие поперек волокон (как правило, над сваей):

$$D_{\text{пред}} = n_q A_q R_{dqa} K_{\text{П}}, \tag{4.4.2}$$

где A_q – площадь одной площадки смятия насадки при сопряжении со сваей; n_q – количество площадок смятия; $K_{\text{П}}$ – коэффициент породы дерева (таблица 4.1.2).

4.4.4 Грузоподъемность по прочности свай, как элементов, работающих на сжатие с изгибом, определяют итерационным путем, рассматривая два сочетания нагрузок – основное и дополнительное 1 (п. 5.5.2 [3]), исходя из выполнения условия:

$$\frac{N_d}{A_{nt}} + \frac{M_d}{\xi W_{nt}} \cdot \frac{R_{dt}}{R_{db}} \le R_{ds} K_{\text{П}}, \tag{4.4.3}$$

где N_d, M_d – соответственно продольная сила и изгибающий момент в рассматриваемом сечении сваи; A_{nt} – площадь сечения сваи или стойки с учетом ослаблений; ξ – коэффициент, учитывающий влияние дополнительного момента от нормальной силы N_d при деформации элемента

$$\xi = 1 - \frac{\lambda^2}{3000} \cdot \frac{N_d}{R_{ds} A_{br}}, \qquad (4.4.4)$$

где λ – расчетная гибкость сваи в плоскости изгиба (для забивных свай определяется по расчетной длине от верха сваи до места заделки в грунт); R_{ds}, R_{dt}, R_{db} – расчетные сопротивления древесины (таблица 4.1.1); A_{br} – площадь сечения сваи или стойки без учета ослаблений; $K_{\text{П}}$ – коэффициент породы дерева (таблица 4.1.2).

4.4.5 Грузоподъемность по устойчивости составных внецентренно сжатых элементах на прокладках определяют по наиболее напряженной ветви при ее расчетной длине, превышающей семь толщин ветви, исходя из условия

$$\frac{N_d}{A_{br}} + \frac{M_d}{\xi W_{br}} \cdot \frac{R_{dt}}{R_{db}} \le \varphi R_{ds} K_{\text{П}}, \qquad (4.4.4)$$

где φ – коэффициент понижения несущей способности для отдельной ветви, определяемый по формулам (4.3.4); R_{dt}, R_{db} – расчетные сопротивления древесины (таблица 4.1.1); A_{br}, W_{br} – площадь и момент сопротивления брутто поперечного сечения ветви; $K_{\text{П}}$ – коэффициент породы дерева (таблица 4.1.2).

Расчетную площадь поперечного сечения принимают A_{br} – при ослаблении сечения на 25 % и менее; и 4/3 A_{nt} – при ослаблении сечения свыше 25 %.

4.4.6 Предельное усилие в свае, кН, в мостах с большим загниванием свай на уровне меженных вод по условию работы свай на сжатие в ослабленном сечении без учета продольного изгиба:

$$N_{\text{пред}} = A_{nt} R_{ds} K_{\text{П}}, \qquad (4.4.5)$$

где $K_{\text{П}}$ – коэффициент породы дерева (таблица 4.1.2); A_{nt} – площадь сечения элемента с учетом ослаблений; R_{ds} – расчетное сопротивление древесины (таблица 4.1.1).

Библиография

1. ОДМ 218.1.001-2010. Рекомендации по разработке и применению документов технического регулирования в сфере дорожного хозяйства

2. СП 35.13330.2011. Свод правил. Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84*

3. ОДМ 218.4.025-2016 Методические рекомендации по определению грузоподъёмности эксплуатируемых мостовых сооружений на автомобильных дорогах общего пользования. Общая часть.

4. ВСН 12-73 Указания по определению грузоподъемности деревянных мостов. – М., 1974.

ОКС

Ключевые слова: мостовое сооружение, классы, определение грузоподъемности.

Руководитель организации-разработчика

СГУПС

Проректор по научной работе _____С.А. Бокарев

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО

(РОСАВТОДОР)

РАСПОРЯЖЕНИЕ

09.11.2016 Москва № 2323-р

Об утверждении и применении ОДМ 218.4.029-2016 «Методические рекомендации по определению грузоподъёмности эксплуатируемых мостовых сооружений на автомобильных дорогах общего пользования. Определение грузоподъемности конструкций деревянных мостов»

В целях реализации в дорожном хозяйстве основных положений Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и обеспечения дорожных организаций методическими рекомендациями по определению грузоподъёмности эксплуатируемых мостовых сооружений на автомобильных дорогах общего пользования (Определение грузоподъемности конструкций деревянных мостов):

1. Утвердить ОДМ 218.4.029-2016 «Методические рекомендации по определению грузоподъёмности эксплуатируемых мостовых сооружений на автомобильных дорогах общего пользования. Определение грузоподъемности конструкций деревянных мостов» (далее – ОДМ 218.4.029-2016).
2. Структурным подразделениям центрального аппарата Росавтодора, федеральным управлениям автомобильных дорог, управлениям автомобильных магистралей, межрегиональным дирекциям по строительству автомобильных дорог федерального значения, территориальным органам управления дорожным хозяйством субъектов Российской Федерации рекомендовать к применению ОДМ 218.4.029-2016 с даты подписания настоящего распоряжения.
3. Управлению научно-технических исследований и информационного обеспечения (А.В. Бухтояров) в установленном порядке обеспечить официальную публикацию ОДМ 218.4.029-2016.
4. Контроль за исполнением настоящего распоряжения возложить на заместителя руководителя А.А. Костюка.

Руководитель Р.В. Старовойт

gost.e-ecolog.ru

И.В. Чанцев
(495) 687-88-21