

С. 47/1

КОНСТРУКТИВНЫЕ КОЭФИЦИЕНТЫ

— П —

ТАБЛИЦЫ ВЪСА

желѣзнодорожныхъ мостовъ балочной системы

СОСТАВЛЕННЫЯ

на основаніи данныхъ о мостахъ, построенныхъ на русскихъ
желѣзныхъ дорогахъ за послѣдніе пять лѣтъ.

Согласно циркуляра М. П. С. 1896 г. за № 753.



МОСКВА.

Типо-лит. В. Рихтеръ, Тверская. Мамоновскій пер., с. д.
1902.

С. 47/1.

КОНСТРУКТИВНЫЕ КОЭФИЦИЕНТЫ

—≡ П ≡—

ТАБЛИЦЫ ВЪСА

желѣзнодорожныхъ мостовъ балочной системы

7824

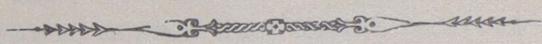
СОСТАВЛЕННЫЯ

на основаніи данныхъ о мостахъ, построенныхъ на русскихъ
желѣзныхъ дорогахъ за послѣдніе пять лѣтъ.

Согласно циркуляра М. П. С. 1896 г. за № 753.

Абонентъ № 2004
Дата 2004

УЧЕБНАЯ
БИБЛИОТЕКА
ИЗДАТЕЛЬСТВО
ИМПЕРИИ



МОСКВА.

Типо-лит. В. Рихтеръ, Тверская, Мамоновскій п., с. д.
1902.

1 75

Оглавленіе.

	<i>Стр.</i>
§ 1. Вѣсъ фермъ.	
а) Опредѣленіе вѣса фермъ на основаніи теоретическаго вѣса.	5
Опредѣленіе теоретическаго вѣса по инфлюэнтнымъ линіямъ для усилій	5
Конструктивные коэффициенты съ таблицей I	7
b) Опредѣленіе вѣса фермъ на основаніи вѣса существующаго моста.	9
c) Опредѣленіе вѣса фермъ по формулѣ <i>a. l.</i>	9
d) Отношеніе между вѣсомъ поясовъ и рѣшетки сквозныхъ фермъ съ таблицами II и III вѣса рѣшетки и поясовъ въ % отъ вѣса фермъ	10
§ 2. Вѣсъ связей съ таблицей IV.	12
§ 3. Вѣсъ проѣзжей части съ таблицей V.	14
§ 4. Вѣсъ опорныхъ частей съ таблицей VI.	15
§ 5. Таблицы VII и VIII постоянной нагрузки, вѣса метал- лическихъ частей и данныхъ для 28 новѣйшихъ желѣзнодорож- ныхъ мостовъ.	15
§ 6. Таблица IX для сравненія постоянной и времен- ной нагрузки желѣзнодорожныхъ мостовъ	22



§ 1. Вѣсь фермъ.

Собственный вѣсь фермъ, необходимый для расчета всякаго моста, опредѣляется по одному изъ слѣдующихъ способовъ: 1) на основаніи теоретическаго вѣса фермъ, 2) путемъ сравненія проектируемыхъ фермъ съ аналогичными фермами, вѣсъ которыхъ извѣстенъ, 3) по эмпирическимъ формуламъ. Всѣ три способа примѣняются съ успѣхомъ на практикѣ. Въ дальнѣйшемъ будутъ разсматриваться исключительно сквозныя фермы.

а) Опредѣленіе вѣса фермъ на основаніи теоретическаго вѣса.

Дѣйствительный вѣсъ равняется теоретическому вѣсу, умноженному на конструктивный коэффициентъ ψ , который опредѣляется эмпирически по даннымъ вполне разработанныхъ проектовъ. Теоретическій вѣсъ рассчитывается обыкновенно по формуламъ, содержащимъ не мало произвольныхъ допущеній и потому не всегда точнымъ. Кромѣ того сфера примѣненія формулъ ограничена тѣми системами фермъ, для которыхъ были выведены формулы.

Болѣе точный и сравнительно простой способъ расчета теоретическаго вѣса возможенъ въ томъ случаѣ, если усилія въ элементахъ фермъ рассчитываются по инфлюэнтнымъ линиямъ. Преимущество этого способа заключается въ томъ, 1) что онъ имѣетъ примѣненіе для всѣхъ системъ фермъ, не исключая консольныхъ, арочныхъ, висячихъ и др. и 2) что могутъ быть приняты во вниманіе величина нагрузки, допускаемая напряженія, высота и очертаніе фермъ, система рѣшетки и др. данныя.

Опредѣленіе теоретическаго вѣса по инфлюэнтнымъ линиямъ.

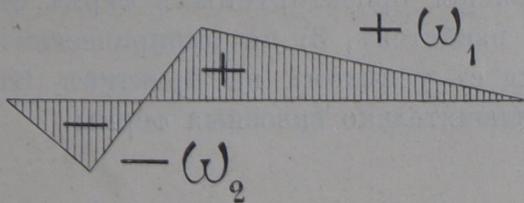
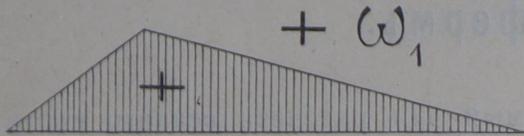
Для опредѣленія теоретическаго вѣса G_0 фермы необходимо знаніе теоретическаго объема V отдѣльныхъ элементовъ, который находится путемъ дѣленія наибольшаго предѣльнаго усилія N въ элементѣ на допускаемое напряженіе R и помноженія на длину l элемента.

$$V = \frac{N \cdot l}{R}.$$

Такъ какъ R и l даны, то остается рассчитать одни усилія N . Предѣльное усиліе N складывается изъ усилія N_p отъ постоянной нагрузки и изъ наибольшаго усилія N_k отъ временной нагрузки. Усиліе N_p зависитъ отъ усилія

N_k , ибо чѣмъ больше временная нагрузка, тѣмъ больше постоянный вѣсъ моста и наоборотъ. Что же касается усилія N_k , то оно совершенно не зависитъ отъ N_p и можетъ быть рассчитано окончательно до выясненія постоянной нагрузки моста, такъ что оно въ дальнѣйшемъ будетъ разсматриваться какъ постоянная извѣстная величина, опредѣляемая или по сосредоточеннымъ грузамъ или по формулѣ $N_k = k \cdot \omega$, гдѣ k — равномерная временная нагрузка, а ω — площадь того участка инфлюэнтной линіи, который имѣетъ одинаковый знакъ съ алгебраическою суммою всѣхъ участковъ инфлюэнтной линіи: напр. $(+\omega_1 - \omega_2)$ въ фиг. 2.

Фиг. 1.



Фиг. 2.

Что касается усилія N_p отъ постоянной нагрузки, то оно рассчитывается по формулѣ

$$N_p = p (+\omega_1 - \omega_2) \dots \dots \dots \text{II}$$

въ которой неизвѣстна величина p постоянной нагрузки. Нагрузка p слагается изъ вѣса фермы x и вѣса поперечной конструкции g (проѣзжая часть и связи), такъ что

$$p = x + g.$$

Вѣсъ g долженъ быть окончательно опредѣленъ до расчета фермы, и принимается за постоянную величину,

такъ что усиліе N_p отъ постоянной нагрузки слагается изъ постоянного члена $g(+\omega_1 - \omega_2)$ и изъ переменнаго члена $x(+\omega_1 - \omega_2)$. Такъ какъ величина въ скобкахъ постоянна, то переменный членъ $x(+\omega_1 - \omega_2)$ измѣняется пропорціонально вѣсу фермы x .

Итакъ предѣльное усиліе N каждаго элемента фермы представляется въ видѣ уравненія

$$N = \underbrace{k\omega_1 + g(+\omega_1 - \omega_2)}_{\text{Постоянный членъ}} + \underbrace{x(+\omega_1 - \omega_2)}_{\text{Переменный членъ}} \dots \dots \dots \text{III}$$

Теоретическій объемъ каждаго элемента

$$V = \frac{N}{R} \cdot l$$

а полный теоретическій вѣсъ фермы

$$G_0 = \Sigma \left(\frac{N}{R} \cdot l \right) \cdot \gamma = \frac{\gamma}{R} \Sigma N \cdot l \dots \dots \dots \text{IV}$$

гдѣ γ — удѣльный вѣсъ желѣза. Дѣйствительный вѣсъ фермы

$$G = \psi \cdot G_0 = \frac{\psi \cdot \gamma}{R} \Sigma N \cdot l \dots \dots \dots \text{V}$$

гдѣ ψ конструктивный коэффициентъ.

Ходъ расчета Вычисливъ окончательно для каждаго элемента величину постоянного члена, входящаго въ уравненіе III, задаются самымъ приближительнымъ вѣсомъ фермы x и рассчитываютъ предѣльное усиліе N каждаго элемента по формулѣ III, а затѣмъ дѣйствительный вѣсъ G фермы по формулѣ V. Этотъ вѣсъ будетъ разниться отъ принятаго вѣса x . L , гдѣ L расчетный пролетъ фермы. Имѣя теперь болѣе точный вѣсъ фермы, а именно $x = \frac{G}{L}$, рассчитываютъ вторично усилія N , причемъ необходимо повторить

разсчетъ только для переменнаго члена $x(+\omega_1 - \omega_2)$. Вѣсь G , опредѣленный вторично, будетъ достаточно точенъ, если конструктивный коэффициентъ ψ былъ принятъ удачно.

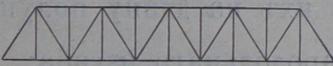
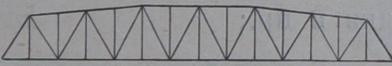
Конструктивные коэффициенты ψ .

Конструктивнымъ коэффициентомъ называется отношеніе дѣйствительнаго вѣса фермы къ теоретическому вѣсу. Чтобы вывести дѣйствительный вѣсъ изъ теоретическаго слѣдуетъ принять во вниманіе слѣдующія обстоятельства:

- 1) ослабленіе сѣченій заклепочными отверстиями;
- 2) неизбѣжный запасъ въ сѣченіяхъ вслѣдствіе невозможности математически точнаго подбора сѣченій и необходимости въ мѣстахъ обрыва составныхъ частей сѣченія продолжать ихъ на длину полунакладки;
- 3) усиленіе сѣченій на случай продольнаго изгиба;
- 4) вѣсъ различныхъ дополнительныхъ частей, необходимыхъ для взаимнаго соединенія частей верхняго строенія, какъ то узловыя и стыковыя накладки, узловыя вставки, прокладки и пр.;
- 5) вѣсъ рѣшетки, необходимой для устройства трубчатыхъ, двутавровыхъ и иныхъ составныхъ сѣченій;
- 6) вѣсъ уголковъ для жесткости листовъ, подверженныхъ коробленію;
- 7) вѣсъ заклепочныхъ и болтовыхъ головокъ.

Въ таблицѣ I помѣщены конструктивные коэффициенты ψ , рассчитанные авторомъ для наиболѣе рациональныхъ и выгодныхъ фермъ пролетомъ отъ 18 до 151 мет., построенныхъ на русскихъ желѣзныхъ дорогахъ за послѣдніе четыре года. Коэффициенты ψ даны отдѣльно для верхняго и нижняго пояса, для раскосовъ, стоекъ и для всей фермы. Коэффициенты уменьшаются по мѣрѣ увеличенія пролета.

Таблица I конструктивных коэффициентов ψ для сквозных ферм.

Отверстие въ свѣту. саж.	Разсчѣт- ный пролетъ. мет.	Типъ фермы.	Сѣче- нiя поя- совъ ¹⁾ .	Верх- ний поясъ.	Ниж- ний поясъ.	Рас- косы.	Стойки.	Для всей фермы.
Ъзда по низу.								
8,0	17,9		Т	3,59	3,11	2,07	5,50	3,36
10,0	22,8		Т	2,00	1,84	2,24	5,12	2,28
15,0	33,1		Т	1,77	1,62	1,92	3,78	1,81
10,0	22,8		Т	2,33	1,72	1,94	2,95	2,04
20,0	44,5		К	1,98	1,81	1,85	2,65	1,98
25,0	55,1		К	1,87	1,76	1,66	2,42	1,87
30,0	66,1		К	1,83	1,46	1,98	2,60	1,78
35,0	78,0		К	1,78	1,49	1,70	2,67	1,77
45,0	98,0		К	1,91 ³⁾	1,58	1,52	3,71 ²⁾	1,75
58,4	126,8		К	1,75 ³⁾	1,40	1,59	3,88 ²⁾	1,71
67,7	151,5		К	1,46	1,31	1,34	3,02 ²⁾	1,46
Ъзда по верху.								
10,0	22,8		Т	2,30	1,82	1,73	3,00	1,99
12,0	26,6		Т	2,12	1,74	1,59	2,92	1,87
25,0	55,3		К	1,71	1,58	1,63	3,39	1,75
12,00	27,03		К	1,81	1,53	2,6	3,04	1,77
15,0	33,1		К	1,79	1,50	3,13	3,15	1,83
30,7	65,4		К	1,69	1,51	2,59	3,75	1,75
8,1	19,5		Т	2,28	1,74	1,49	3,30	2,00
25,0	55,25		К	1,57	1,52	1,91	2,17	1,69

1) К обозначаетъ коробчатое, а Т—тавровое сѣченіе поясовъ.

2) Стойки имѣютъ трубчатое сѣченіе съ рѣшетками съ четырехъ сторонъ.

3) Коэф. ψ выше нормы вслѣдствіе того, что при разсчѣтѣ верхняго пояса на продольный изгибъ коэф. φ уменьшенія основнаго напряженія по формулѣ Навье получился срав. малымъ ($\varphi = 0,92$).

Примѣчанія къ таблицѣ I. а) Коэффициенты относятся къ фермамъ желѣзнодорожныхъ мостовъ на одинъ путь. б) При опредѣленіи теоретическаго вѣса основное допускаемое напряженіе R принято одинаковымъ какъ для растянутыхъ, такъ и для сжатыхъ элементовъ. в) Соединенія поясовъ съ раскосами и стойками фермъ устроены при помощи фасонныхъ вставокъ, расположенныхъ въ плоскостяхъ вертикальныхъ листовъ поясовъ. г) Вѣсъ этихъ фасонныхъ вставокъ включенъ въ вѣсъ поясовъ. д) Вѣсъ узловыхъ накладокъ для прикрѣпленія связей къ фермамъ отнесенъ къ связямъ. е) Вѣсъ фасонныхъ листовъ и консолей для прикрѣпленія поперечныхъ балокъ къ фермамъ отнесенъ къ поперечнымъ балкамъ.

б) Опредѣленіе вѣса фермъ на основаніи вѣса существующаго моста.

Если проектируемая ферма по системѣ и по конструкціи мало отличается отъ существующей фермы, для которой извѣстенъ точный вѣсъ, то можно предположить съ достаточною точностью, что вѣсъ проектируемой фермы относится къ вѣсу существующей фермы, какъ полная нагрузка проектируемаго моста къ полной нагрузкѣ существующаго моста. Введемъ слѣдующія обозначенія:

Нагрузка на пог. мет. моста.	Для проектируемаго моста.	Для существующаго моста.
Дѣйствительный вѣсъ фермъ . . .	q_x	q
Вѣсъ проѣзжей части и связей . .	F_x	F
Временная равном. нагрузка . .	k_x	k
Полная нагрузка	$q_x + F_x + k_x$	$q + F + k$

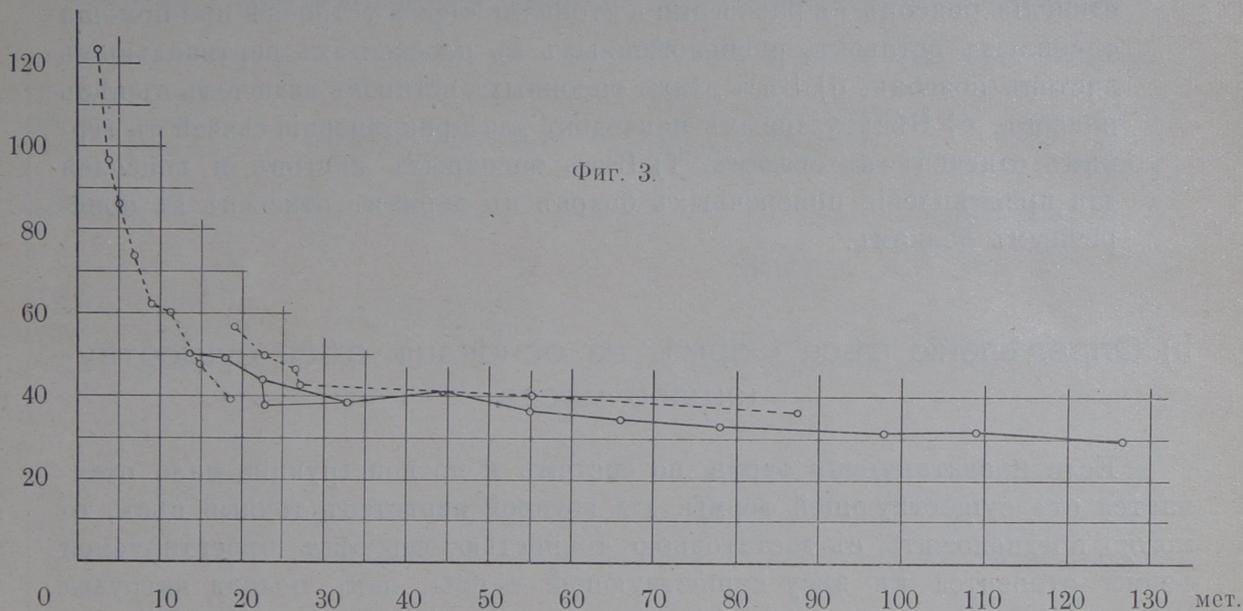
Согласно вышеизложенному
$$\frac{q_x}{q} = \frac{q_x + F_x + k_x}{q + F + k}$$

Изъ этого уравненія можно разсчитать искомый вѣсъ фермъ q_x , такъ какъ всѣ остальные величины извѣстны. Пользуясь этимъ простымъ способомъ, можно выводить вѣсъ фермъ шоссеиныхъ мостовъ изъ вѣса фермъ желѣзнодорожныхъ мостовъ и наоборотъ.

в) Опредѣленіе вѣса фермъ по формулѣ $\alpha \cdot l$.

Погонный вѣсъ фермъ желѣзнодорожныхъ мостовъ часто опредѣляется по простой формулѣ $\alpha \cdot l$, гдѣ l —разсчетный пролетъ въ метрахъ, а α —коэффициентъ, зависящій отъ пролета и уменьшающійся по мѣрѣ увеличенія пролета фермы (см. фиг. 3). Коэффициенты α обыкновенно заключаютъ въ себѣ вѣсъ связей, такъ что $\alpha \cdot l$ представляетъ общій вѣсъ фермъ и связей. Такъ какъ коэффициентъ α колеблется въ предѣлахъ отъ 123 до 30, то при опредѣленіи вѣса фермъ по формулѣ $\alpha \cdot l$ слѣдуетъ поступать весьма осмотрительно. При назначеніи коэффициента α для желѣзнодорожныхъ мостовъ можно

пользоваться таблицами VII и VIII въ четвертомъ столбцѣ которыхъ приведены коэффициенты α для многихъ существующихъ мостовъ съ ѣздою по верху и по низу. Для пролетовъ, не обозначенныхъ въ таблицахъ, значенія α могутъ быть опредѣлены путемъ интерполяціи.



Фиг. 3.

Диаграмма коэффициентов α .

Въ фиг. 3 представленъ графикъ коэффициентовъ α для однопутныхъ желѣзнодорожныхъ мостовъ, построенный по даннымъ таблицъ VII и VIII. По оси абсциссъ отложены расчетные пролеты въ метрахъ, а по оси ординатъ значенія коэффициентовъ α . Пунктированная кривая относится къ мостамъ съ ѣздою по верху, а сплошная—къ мостамъ съ ѣздою по низу. Пунктированная кривая, расположенная отдѣльно съ лѣвой стороны, относится къ мостамъ со сплошными фермами. Изъ графика ясно усматривается, какъ коэффициенты α уменьшаются по мѣрѣ увеличенія пролета.

d) Отношеніе между вѣсомъ поясовъ и рѣшетки сквозныхъ фермъ.

Отношеніе между вѣсомъ поясовъ и рѣшетки (раскосы и стойки) зависитъ: 1) отъ высоты фермы, 2) отъ очертанія поясовъ, 3) отъ системы рѣшетки, 4) отъ длины панели. Вліяніе системы рѣшетки и очертанія фермы на вѣсъ поясовъ и рѣшетки усматривается изъ таблицъ II и III, въ которыхъ вѣсъ поясовъ и рѣшетки обозначенъ въ % отъ вѣса фермъ безъ связей, причемъ вѣсъ узловыхъ накладокъ и вставокъ отнесенъ къ вѣсу поясовъ. Таблицы II и III относятся къ фермамъ желѣзнодорожныхъ мостовъ на одинъ путь.

Таблица II. Вѣсь рѣшетки въ % отъ вѣса фермъ безъ связей.

П о я с а.		Рѣшетка.	Разсчетный пролетъ фермы въ метр.												
			20	25	35	45	55	65	80	90	100	110	125	145	
П а р а л л е л ь н ы е п о я с а.		Раскосная . . .	47	42	38	—	—	—	—	—	—	—	—		
		Треугольная . .	36	33	—	38	34	—	—	—	—	—	—		
		Двухраскосная.	—	—	—	49	46	43	—	39	—	—	—		
		Многорѣшетчат.	—	37	—	34	33	31	—	—	—	—	—		
К р и в о л и н е й н ы е п о я с а.	Пригнутые концы.	Полупараболическій.	—	—	—	—	—	44	39	36	33	32	31	—	
		Полигональнѣй.	32	—	—	—	33	34	31	—	—	—	—	—	
	Острые концы.	Полигональнѣй.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28	26	23	20
		Параболическій.	—	18	19	19	—	22	—	—	—	—	—	—	—

Таблица III. Вѣсь поясовъ въ % отъ вѣса фермъ безъ связей.

П о я с а.		Рѣшетка.	Разсчетный пролетъ фермы въ метр.												
			20	25	35	45	55	65	80	90	100	110	125	145	
П а р а л л е л ь н ы е п о я с а.		Раскосная . . .	53	58	62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		Треугольная . .	64	67	—	62	66	—	—	—	—	—	—	—	
		Двухраскосная	—	—	—	51	54	57	—	61	—	—	—	—	
		Многорѣшетчат.	—	63	—	66	67	69	—	—	—	—	—	—	
К р и в о л и н е й н ы е п о я с а.	Пригнутые концы.	Полупараболическій.	—	—	—	—	—	56	61	66	67	68	69	—	
		Полигональнѣй.	68	—	—	—	67	66	69	—	—	—	—	—	
	Острые концы.	Полигональнѣй.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	72	74	77	80
		Параболическій.	—	82	81	81	—	78	—	—	—	—	—	—	—

§ 2. Вѣсь связей.

Помимо величины давленія вѣтра и допускаемыхъ напряженій вѣсь связей зависитъ: 1) отъ расположенія проѣзжей части по верху или по низу (открытые и закрытые мосты съ ѣздою по низу), 2) отъ высоты фермъ, 3) отъ ширины моста, 4) отъ длины панели, 5) отъ пролета фермъ.

Въ желѣзнодорожныхъ мостахъ на одинъ путь существуютъ слѣдующія соотношенія между вѣсомъ связей и фермъ:

1) Мосты съ ѣздою по верху съ верхними и нижними горизонтальными и съ вертикальными связями:

Вѣсь связей въ ‰ отъ вѣса фермъ.	Для пролетовъ.
Отъ 39 до 17 ‰	Отъ 2 до 18 мет.
„ 17 „ 7 „	„ 19 „ 85 „

2) Мосты съ ѣздою по низу.

	Вѣсь связей въ ‰ отъ вѣса фермъ.	Для пролетовъ.
а) Открытые мосты съ нижн. гориз. связями	Отъ 8 до 4 ‰	Отъ 13 до 33 мет.
б) Закрытые мосты съ верх. и нижн. гориз. связями.	„ 12 „ 8 „	„ 44 „ 126 „

Въ таблицѣ IV приведены дѣйствительные вѣса связей для различныхъ типовъ существующихъ желѣзнодорожныхъ мостовъ на одинъ путь.

Таблица IV. Дѣйствительный вѣсъ связей желѣзнодорожныхъ мостовъ на одинъ путь.

Названія устроенныхъ связей.	Система фермъ.	Разчет. про- летъ фермъ мет.	Разчет. вы- сота фермъ по средствѣ про- лета мет.	Длина панели мет.	Ширина мо- ста между осями фермъ мет.	Полный вѣсъ связей.			Допущенное напряжение к/см.².	Расположеніе проѣзжей части.
						На пог. мет. моста кил.	Въ 0/0 отъ вѣса фермъ 0/0.			
Верхнія горизон- тальныя.	Сплошныя фермы съ параллельны- ми поясами.	2,7	0,38	—	1,83	88	36	706	Мосты съ ъздомъ поверху.	
		3,9	0,60	—	1,83	105	39	708		
		5,0	0,62	—	1,83	85	25	710		
		6,9	0,86	—	1,83	95	23	714		
		9,1	1,12	—	1,83	111	24	718		
		11,5	1,22	—	1,83	150	28	723		
		14,9	1,52	—	1,98	143	26	727		
18,6	1,67	—	1,98	99	16	736				
Вертикальныя.	Параллельныя пояса.	22,8	2,65	1,42	2,44	169	17	791		
		26,6	3,00	1,50	2,28	150	14	806		
		55,3	5,80	3,97	3,81	308	14	896		
Нижнія горизон- тальныя.	Верхній поясъ прямой, а ниж- ній — полупа- раболическій.	19,5	2,48	1,22	1,83	127	13	792		
		55,3	6,91	3,45	2,73	197	10	896		
		87,5	12,50	6,25	4,25	394	14	1025		
		27,0	3,37	1,93	2,14	107	10	754		
Сквозныя рас- порки.	Верхній поясъ прямой, а ниж- ній — парабо- лическій.	33,1	4,15	1,83	2,14	94	7	833		
		43,9	5,37	3,70	3,34	155	10	763		
		65,4	9,16	4,67	4,87	298	12	968		
		13,6	1,40	2,13	5,19	53	8	726		
Нижнія горизон- тальныя.	Сплошныя фермы съ параллельн. поясами.	17,9	2,24	2,24	5,23	39	5	771	Мосты съ ъздомъ понизу.	
		22,4	2,85	2,85	5,23	35	4	789		
		22,8	3,56	3,80	5,40	46	6	766		
		33,1	3,65	3,66	5,29	43	4	766		
Открытые мосты.	Параллельныя пояса.	44,5	6,90	4,47	5,43	132	8	878		
		55,1	7,42	4,57	5,49	179	10	920		
Верхнія горизон- тальныя.	Параллельныя пояса.	66,1	10,08	4,73	5,58	247	12	964	Мосты съ ъздомъ понизу.	
		78,0	11,00	4,85	5,58	250	12	1012		
		98,0	15,00	7,00	6,00	309	12	1092		
		126,8	18,90	7,93	6,10	415	12	1200		
Сквозныя рас- порки.	Верхній поясъ полигональ- ный, а нижній— прямой.	151,5	21,60	7,76	5,95	426	9	950		

§ 3. Вѣсь проѣзжей части.

Помимо величины нагрузки и допускаемыхъ напряженій вѣсь проѣзжей части зависитъ главнымъ образомъ отъ длины панели, отъ ширины моста и отъ соотношенія между высотой и пролетомъ поперечныхъ и продольныхъ балокъ.

Въ однопутныхъ желѣзнодорожныхъ мостахъ съ ѣздою по низу (ширина моста отъ 5,23 до 5,58 м.) невыгоднѣйшая длина панели составляетъ около 4,5 мет.

Въ таблицѣ V приведены дѣйствительные вѣса продольныхъ и поперечныхъ балокъ для серіи существующихъ желѣзнодорожныхъ мостовъ на одинъ путь при ѣздѣ по низу и по верху.

Вѣсь простыхъ перилъ для желѣзнодорожныхъ мостовъ составляетъ отъ 20 до 40 кил. на пог. мет. моста.

Таблица V. Дѣйствительный вѣсь проѣзжей части желѣзнодорожныхъ мостовъ на одинъ путь.

Длина панели. мет.	Ширина моста между осями фермъ. мет.	Допущен- ное напря- женіе к/см. ²	Продольныя балки (со связями).		Поперечныя балки.		Полный вѣсь проѣзжей части на пог. мет. моста въ кил.	Примѣчанія.
			Полный вѣсь на пог. мет. моста въ кил.	Высота пролетъ $\frac{h}{l}$	Полный вѣсь на пог. мет. моста въ кил.	Высота пролетъ $\frac{h}{l}$		
Ѣ з д а п о н и з у .								
2,24	5,23	700	294	$\frac{1}{5,50}$	372	$\frac{1}{7,92}$	666	Сплошныя продольныя и поперечныя балки.
2,85	5,23	650	269	$\frac{1}{5,91}$	374	$\frac{1}{6,89}$	643	
3,80	5,40	675	278	$\frac{1}{5,94}$	313	$\frac{1}{6,21}$	591	
4,47	5,43	650	280	$\frac{1}{5,87}$	307	$\frac{1}{5,50}$	587	
4,57	5,49	650	327	$\frac{1}{5,62}$	255	$\frac{1}{4,92}$	582	
4,73	5,58	650	362	$\frac{1}{6,67}$	273	$\frac{1}{5,24}$	635	
4,85	5,58	650	342	$\frac{1}{5,97}$	270	$\frac{1}{5,0}$	612	
7,0	6,00	700	447	$\frac{1}{7,37}$	337	$\frac{1}{4,52}$	784	Сквозныя поперечныя и сплошныя продольныя балки.
7,93	6,10	700	462	$\frac{1}{8,20}$	314	$\frac{1}{4,45}$	776	
Ѣ з д а п о в е р х у .								
3,45	2,72	675	224	$\frac{1}{6,80}$	159	$\frac{1}{4,32}$	383	Сплошныя продольныя и поперечныя балки.
3,66	3,35	650	290	$\frac{1}{6,26}$	181	$\frac{1}{4,55}$	471	
3,97	3,81	650	250	$\frac{1}{6,00}$	191	$\frac{1}{4,42}$	441	
6,25	4,25	675	425	$\frac{1}{10,42}$	190	$\frac{1}{5,32}$	615	

§ 4. Дѣйствительный вѣсъ опорныхъ частей.

Таблица VI.

Матеріаль.	Устройство опоры.		Разсчетный пролетъ фермъ мет.	Общій вѣсъ металла безъ свинца на пог. мет. пути въ кил.
	Подвижной:	Неподвижной:		
Чугунъ.	Верхняя и нижняя плоскія подушки.	Верхняя и нижняя плоскія подушки.	2,7	108
			5,0	82
			6,9	82
			9,1	68
			11,5	53
15,0	43			
Чугунъ.	Верх. плос. подушка. Катки.	Стуль.	18,5	90
	Нижняя плоская подушка.		25	105
Сталь.	Верхній балансиръ. Шарниръ. Нижній балансиръ. Катки Нижняя подушка.	Верхній балансиръ. Шарниръ. Нижній балансиръ.	30	90
			45	110
			60	117
			80	120
			100	133
150	138			

Примѣчаніе къ таблицѣ VI. Вѣса опорныхъ частей даны для желѣзно-дорожныхъ однопутныхъ мостовъ.

§ 5. Таблицы постоянной нагрузки и вѣса металлическихъ частей мостовъ.

Въ таблицахъ VII и VIII сопоставлены важнѣйшія данныя для цѣлаго ряда однопутныхъ мостовъ, построенныхъ за послѣдніе пять лѣтъ на русскихъ желѣзныхъ дорогахъ широкой колеи.

При выборѣ мостовъ, вошедшихъ въ оба перечня, было обращено особенное вниманіе на рациональную и выгодную систему фермъ.

Постоянная нагрузка мостовъ дана въ видѣ уравненія

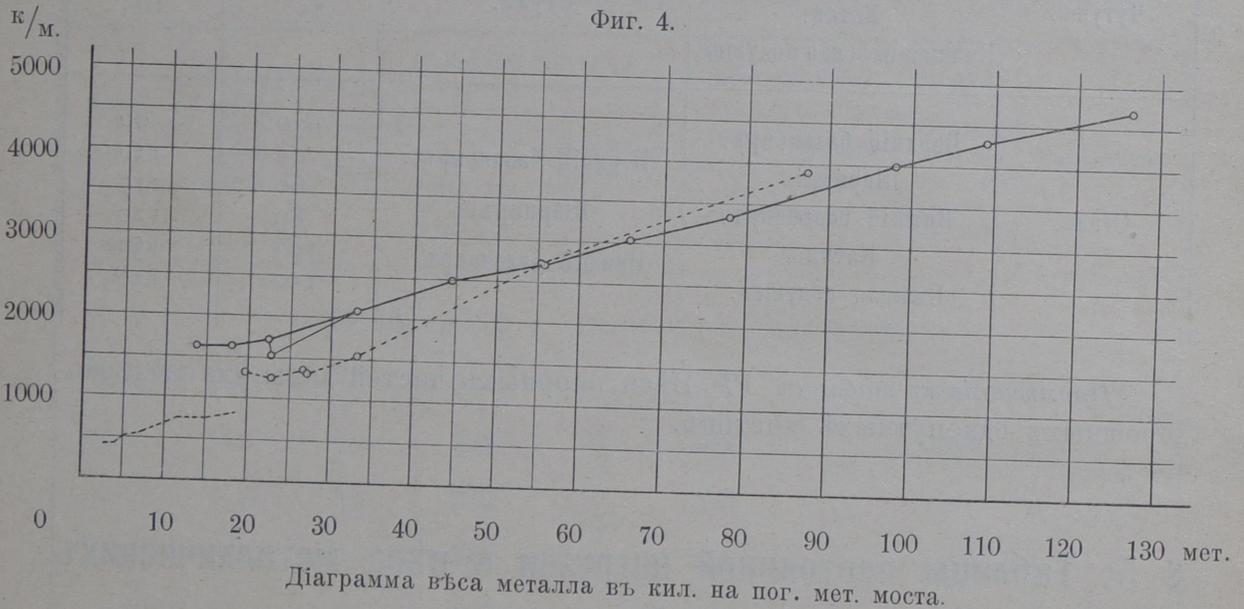
$$p = \alpha l + F.$$

причемъ обозначаетъ:

- p постоянную нагрузку въ кил. на пог. мет. однопутнаго моста (безъ вѣса опорныхъ частей).
- l разсчетный пролетъ въ мет. (между осями опоръ).
- α коэффициентъ, зависящій отъ пролета, нагрузки и проч.
- $\alpha \cdot l$ вѣсъ двухъ фермъ и связей на пог. мет. моста.
- F полный вѣсъ проѣзжей части однопутнаго моста въ кил. на пог. мет. моста.

Вѣсь металлическихъ частей. 1) Распредѣленіе металла между фермами, связями, проѣзжею частью и опорными частями усматривается изъ таблицъ VII и VIII. Рядомъ съ общимъ вѣсомъ фермъ, связей и проѣзжей части приведенъ вѣсъ этихъ частей, выраженный въ % отъ вѣса всего верхняго строенія безъ опорныхъ частей. 2) Соединенія раскосовъ и стоегъ съ поясами фермъ устроены при помощи фасонныхъ вставокъ, расположенныхъ въ плоскостяхъ вертикальныхъ листовъ поясовъ. Вѣсъ этихъ фасонныхъ вставокъ включенъ въ вѣсъ поясовъ. 3) Вѣсъ узловыхъ накладокъ для прикрѣпленія горизонтальныхъ и вертикальныхъ связей къ фермамъ отнесенъ къ связямъ. 4) Вѣсъ фасонныхъ листовъ и консолей для прикрѣпленія поперечныхъ балокъ къ фермамъ отнесенъ къ поперечнымъ балкамъ. 5) Вѣсъ связей между продольными балками отнесенъ къ продольнымъ балкамъ. 6) Въ фермахъ со скошенными концами вѣсъ наклонныхъ концовъ поясовъ отнесенъ къ поясамъ, а не къ раскосамъ. 7) Вѣсъ консолей въ углахъ опорныхъ рамъ отнесенъ къ связямъ. 8) Погонные вѣса относятся къ расчетному пролету моста.

Мосты, обозначенные звѣздочкою, проектированы проф. Проскуряковымъ.



Въ фиг. 4 представленъ графикъ вѣса всего металла на пог. метръ однопутныхъ желѣзнодорожныхъ мостовъ, построенный по даннымъ таблицъ VII и VIII. По оси абсциссъ отложены расчетные пролеты въ мет., а по оси ординатъ вѣсъ всего металла въ кил. на пог. мет. моста. Пунктиромъ показаны кривыя вѣса мостовъ съ ѣздою по верху, а сплошною линіею—кривая вѣса мостовъ съ ѣздою по низу. Пунктированная кривая, расположенная отдѣльно съ лѣвой стороны, относится къ мостамъ со сплошными фермами. Изъ графика усматривается, что при пролетѣ около 55 мет. обѣ кривыя пересекаются, такъ что для пролетовъ около 55 мет. мосты съ ѣздою по верху и по низу имѣютъ одинаковый вѣсъ. Для меньшихъ пролетовъ мосты съ ѣздою по верху легче мостовъ съ ѣздою по низу и наоборотъ.

Въ заключеніе слѣдуетъ указать на слѣдующія таблицы постоянной нагрузки и вѣса металлическихъ частей русскихъ мостовъ:

1) Таблица проф. Вѣлелюбскаго. Такъ какъ вошедшіе въ эту таблицу мосты рассчитаны по нагрузкѣ циркуляра М. П. С. № 60 отъ 1884 г., то таблица въ настоящее время устарѣла.

2) Таблица инж. Богуславскаго для мостовъ, рассчитанныхъ по нагрузкѣ циркуляра М. П. С. № 753 отъ 1896 г. Вслѣдствіе отсутствія данныхъ о высотѣ фермъ, о системѣ рѣшетки фермъ, объ очертаніи поясовъ, о допущенныхъ напряженіяхъ, таблица инж. Богуславскаго мало пригодна для правильнаго выбора коэффициентовъ α .

3) „Перечень проектовъ пролетныхъ строеній мостовъ, на примѣненіе коихъ не требуется особыхъ разрѣшеній М. П. С.“ приложенный къ циркуляру № 10060 отъ 1900 г. Появленіе перечня слѣдуетъ безусловно привѣтствовать, но нельзя не выразить сожалѣнія о томъ, что нераціональная двухраскосная система рѣшетки занимаетъ въ перечнѣ слишкомъ видное и не подобающее ей мѣсто. Изъ 15 разрѣзныхъ фермъ, помѣщенныхъ въ указанномъ перечнѣ шесть фермъ имѣютъ нераціональную двухраскосную рѣшетку. Между послѣдними случайно приведена та ферма, (пролетомъ 44,6 м.), для которой авторомъ рассчитаны ¹⁾ дополнительныя напряженія отъ жесткости узловъ, доходяція въ верхнемъ поясѣ до $1911 \frac{\text{к.}}{\text{см.}^2}$, а въ нижнемъ поясѣ — до $1760 \frac{\text{к.}}{\text{см.}^2}$. не считая основныхъ напряженій въ предположеніи шарнирныхъ узловъ.

Въ виду весьма существенныхъ недостатковъ двухраскосной системы нельзя не пожелать, чтобы всѣ шесть двухраскосныхъ фермъ были исключены изъ перечня при циркулярѣ № 10060, особенно если имѣть въ виду, что фермы, помѣщенные въ перечнѣ, не требуя предварительнаго утвержденія ихъ проекта, несомнѣнно получаютъ быстрое и широкое распространеніе ²⁾.

73124
БИБЛИОТЕКА
Белорусскаго
института инженеровъ
железнодорожнаго
транспорта

1) Е. О. Патонъ. Расчетъ сквозныхъ фермъ съ жесткими узлами. Москва. 1901.

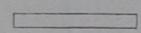
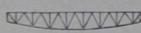
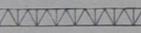
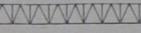
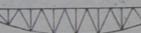
2) См. статью инж. Передерій въ журналѣ „Инженерное Дѣло“. Декабрь 1901 года № 2. Стр. 187.

Таблица VII. Постоянная нагрузка и вѣсь металлических частей

№	Отверстие въ свѣту саж.	Расчетный пролетъ l мет.	Постоянная нагрузка $p = a.l + F$ въ кил. на пог. мет. моста.			Вѣсь металла съ заклепочными головками						
			p кил.	a	F		Двухъ фермъ.		Связей.		Проѣзжей части.	
					Продол. и поперечн. балки. кил.	Полотно. кил. ³⁾	Всего кил.	%	Всего кил.	%	Всего кил.	%
1	1,0	2,67	765	123,2	—	436	648	73,5	233	26,5	—	—
2	1,5	3,85	859	96,4	—	488	1035	72,5	405	27,5	—	—
3	2,0	5,00	885	85,8	—	456	1721	80	425	20	—	—
4	3,0	6,91	965	73,6	—	456	2860	81	653	19	—	—
5	4,0	9,14	1023	62,1	—	456	4180	81	1010	19	—	—
6	5,0	11,48	1148	60,3	—	456	6240	78,5	1720	21,5	—	—
7	6,0	14,85	1161	46,8	—	456	8200	79,5	2130	20,5	—	—
8	8,0*	18,56	1221	39,0	—	498	11618	87	1830	13	—	—
9	8,14	19,51	1689	56,7	46	518	19582	85	2473	11	900	4
10	10,0	22,8	1661	49,6	33	497	21924	82	3849	14	755	2
11	12,0	26,6	1764	46,6	35	485	29025	85	4008	11	940	4
12	12,0	27,02	1720	42,6	69	500	28313	85	2899	8,5	1890	6,5
13	15,0*	33,14	1932	41,9	42	500	42948	90	3120	6,5	1412	2,5
14	25,0	55,25	3121	39,6	420	523	109400	76	10800	8	23200	16
15	30,66	65,43	4552	41,9 ¹⁾	806 ¹⁾	1005 ¹⁾	159892	69	19541	9	52743	22
16	40,0*	87,5	4290	36,2	648	475	242736 ²⁾	73	34438	10	56736	17

1) Вѣсь фермъ и проѣзжей части выше нормального влѣдствіе приспособленія моста для
 2) Влѣдствіе неудачнаго подбора сѣченій сжатыхъ раскосовъ и стоекъ ($\varphi = 0,3$ до $0,6$) вѣсь
 3) Полотно состоитъ изъ рельсовъ и контррельсовъ со скрѣпленіемъ, настила и деревянныхъ

новѣйшихъ желѣзнодорожныхъ мостовъ съ ѣздой по верху.

въ килограммахъ.			Основное допустимое напряженіе R к/см. ²	Даннныя о фермѣ.		Ширина моста между осями фермъ мет.	Проѣзжая часть.	Связи.
Опорныхъ частей кил.	Всего металла. Кил.	На пог. мет. моста кил.		Схема фермы.	Пролетъ высота $\frac{l}{h}$			
290	1171	439	706			1,83		
235	1675	432	708			1,83		
409	2555	511	710			1,83		
565	4078	590	714			1,83		
619	5809	637	718		8,18	1,83		
612	8572	746	723		9,42	1,83		
646	10976	738	727		9,73	1,98		
1682	15130	816	736		10,7	1,98		
2509	25464	1300	714		7,89	1,83		
2162	28690	1255	745		8,6	2,44		
2854	36827	1390	753		8,87	2,28		
2080	35182	1300	754		8	2,13		
3098	50578	1530	766		8	2,13		
7865	151265	2740	785		8	2,72		
11679	243855	3725	806		7,16	4,87		
10109	344019	3930	850		7	4,25		

Деревянная проѣзжая часть изъ поперечинъ, уложенныхъ на верхнихъ поясахъ фермъ.
 Деревянная проѣзжая часть изъ поперечинъ, уложенныхъ на верхнихъ поясахъ фермъ.
 Желѣзные поперечныя и продольныя балки.
 Деревян. поперечины.

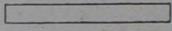
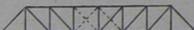
Верхняя и нижняя горизонтальная связи, а также вертикальныя связи.

ѣзды экипажей въ свободное отъ прохода поѣздовъ время.
 рѣшетки фермъ слишкомъ велики и можетъ быть пониженъ.
 поперечины.

Таблица VIII. Постоянная нагрузка и вѣсъ металлических частей

№	Отверстие въ свѣту саж.	Разсчетный пролетъ l мет.	Постоянная нагрузка $p = a.l + F$ въ кил. на пог. мет. моста				Вѣсъ металла съ заклепочными головками въ килограммахъ.					
			p кил.	a кил.	F		Двухъ фермъ		Связей		Пробъжей части	
					Прод. и поперечныя балки кил.	Полотно кил. ²⁾	Всего кил.	%	Всего кил.	%	Всего кил.	%
17	6,0	13,58	2106	50,0	882	565	8507	40	715	3	11979	57
18	8,0	17,88	2104	48,8	666	565	14909	54	700	3	11908	43
19	10,0	22,36	2151	43,8	656	516	21130	58	804	2	14676	40
20	10,0*	22,8	1957	37,9	591	502	18655	56	1055	3	13474	41
21	15,0	33,14	2490	38,6	695	516	40966	63	1440	3	23030	36
22	20,0	44,5	2875	41,1	541	505	75603	72	5872	6	24069	22
23	25,0*	55,06	3097	36,0	613	505	99159	70	9854	7	33782	23
24	30,0*	66,14	3392	34,4	623	492	134462	70	16373	8	41155	22
25	35,0*	78,0	3698	33,1	653	464	180131	72	21055	8	50909	20
26	45,0*	98,0	4388	31,3	818	503	270397	72	30287	8	80019	20
27	50,0*	109,2	4678	31,8 ¹⁾	770	436	342762	74	36354	8	84122	18
28	58,43*	126,8	4993	29,8	788	436	423816	73	52606	9	102702	18

новѣйшихъ желѣзнодорожныхъ мостовъ съ ѣздою по низу.

Опорныхъ частей кил.	Всего металла кил.		Основное допустимое напряжение R к/см. ²	Данные о фермѣ.			Пролетъ высота $\frac{l}{h}$ мет.	Длина панели d мет.	Ширина моста между осями фермъ мет.	Пробъжая часть.	Связи.
	Опорныхъ частей кил.	На пог. мет. моста кил.		Схема фермы.							
997	22198	1635	726		10	2,13	5,18				
1525	29042	1624	772		7,9	2,24	5,23				
1826	38437	1719	789		7,85	2,85	5,23				
1517	34701	1522	766		6,41	3,8	5,4				
3751	69187	2087	766		9,06	3,66	5,29				
5100	110645	2486	789		6,44	4,47	5,43				
6241	149036	2706	810		7,42	4,57	5,49				
8780	200770	3034	832		6,58	4,72	5,58				
9189	261284	3349	856		7,11	4,88	5,58				
13145	393848	4018	896		6,53	7,00	6,00				
13492	476730	4365	918		6,74	7,8	6,0				
17656	596780	4706	953		6,71	7,93	6,1				

Открытые мосты лишь съ нижними горизонтальными связями.

Сплошныя желѣзные поперечныя и продольныя балки. Деревянные поперечины.

Связные желѣзные поперечныя и продольныя балки.

Закрытые мосты съ верхними и нижними горизонтальными связями и вертикальными связями выше табарига.

1) Ферма почти на 10% тяжелѣе нормы, такъ какъ она несетъ дополнительную нагрузку
 2) Полотно состоитъ изъ рельсовъ и контррельсовъ со скрѣпленіемъ, настила и деревянныхъ

2-хъ тротуаровъ поперечинъ.

410
396
600
570
576
290
480
16

Таблица IX для сравненія постоянной и временной нагрузки желѣзно-
дорожныхъ мостовъ.

	Отверстіе въ свѣту. САЖ.	Разсчетный пролетъ. МЕТ.	Нагрузка на пог. мет. моста.			Коэффициентъ полезнаго дѣй- ствія моста. $\mu = \frac{k}{p+k}$
			Постоянная <i>p</i>	Временная <i>k</i> *)	Полная <i>p + k</i>	
Мосты съ ѣздою по верху.	1,00	2,67	765	16820	17585	0,95
	3,00	6,91	965	11785	12750	0,924
	5,00	11,48	1148	9009	10157	0,886
	8,00	18,56	1221	7657	8788	0,861
	10,00	22,8	1661	7364	9025	0,816
	12,00	27,02	1720	7357	9077	0,810
	15,00	33,14	1932	6803	8735	0,779
Мосты съ ѣздою по низу.	15,00	33,14	2490	6803	9293	0,734
	20,00	44,5	2875	6317	9192	0,687
	25,00	55,06	3097	5863	8960	0,654
	30,00	66,14	3392	5472	8864	0,617
	35,00	78,00	3698	5154	8852	0,582
	45,00	98,00	4388	4712	9100	0,517
	50,00	109,2	4678	4494	9172	0,490
	58,43	126,8	4993	4262	9255	0,461

*) *k* есть среднее значеніе эквивалентныхъ нагрузокъ, соответствующихъ наибольшимъ моментамъ: 1) около середины пролета и 2) около опоръ.