

РУКОВОДСТВО
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОСНОВАНИЙ ПОД РЕЛЬСОВЫЕ
ПУТИ КРАНОВ И ПЕРЕГРУЗАТЕЛЕЙ ИЗ СБОРНЫХ
БАЛОК, УЛОЖЕННЫХ НА ГРУНТ

РД 31.31.49 - 88

Москва 1988 г.

Разработано

Союзморнии проектом

Директор института - Ф.Г. Аракелов

Начальник отдела

стандартизации - М.И. Калашников

Ст. н. с. - руководитель
и исполнитель разработки - А.Н. Котц

Главный специалист
нормоконтроль - В.И. Ярошенко

Согласовано

Главный инженер Главморрегистрора

Минтранстроя - Д.Ф. Черевач

РУКОВОДСТВО ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
ОСНОВАНИЙ ПОД РЕЛЬСОВЫЕ ПУТИ
КРАНОВ И ПЕРЕГРУЖАТЕЛЕЙ ИЗ СБОР-
НЫХ БАЛОК, УЛОЖЕННЫХ НА ГРУНТ

РД 31.31.49 - 88

Вводится впервые

Срок введения в действие
установлен с 01.01.89

Настоящее Руководство распространяется на проектирование конструкций сборных железобетонных балок, уложенных непосредственно на песчаный грунт и являющихся основанием рельсовых путей портовых порталных кранов и перегружателей.

Руководство рекомендуется для проектирования реконструкции существующих путей и опытного строительства новых.

I. Характеристики грунтового основания

I. При проектировании следует использовать нормативные характеристики вновь образованного при строительстве основания из песчаного грунта, приведенные в таблице приложения I.

При строительстве крановых путей из сборных железобетонных балок, уложенных на грунтовое основание, полученное в результате засыпки пазухи причальных сооружений или образования территории порта, на момент устройства пути основание должно иметь относительную плотность сложения $D > 0,6$.

При $D < 0,6$ в зависимости от результатов технико-экономических расчетов необходимо провести уплотнение грунта или устраивать рельсовый путь по железобетонным балкам на свайном основании.

I.2. В случае реконструкции рельсовых путей характеристики грунтового основания и механические свойства его необходимо определить по результатам изысканий на объекте реконструкции.

При отсутствии данных изысканий, характеристики основания из песчаного грунта рекомендуется определять по формулам:

$$\varphi_t = \varphi_0 + n \cdot t, \text{ град.} \quad (1)$$

$$c_t = c_0 + k \cdot t, \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \quad (2)$$

где t — количество лет прошедших после образования грунтового основания,

φ и c — угол внутреннего трения и удельное сцепление после образования грунтового основания, (по данным таблицы приложения I)

n и K — коэффициенты, значения которых принимают для песчаных грунтов средней крупности $n=0,06$ и $K=0,004$ и мелкой $n=0,04$ и $K=0,005$.

1.3. Механические характеристики грунтового основания следует определять по результатам штамповых испытаний, а до образования грунтового основания механические характеристики определяют по зависимости осадки штампа от приложенной нагрузки к нему по формуле:

$$y = \frac{[y]}{[R]} \frac{(1.5 - D) \cdot R}{(2.5 - D) - \bar{R}} \quad (3)$$

где y — абсолютная осадка штампа, м,

$[y]$ — предельная осадка штампа в момент достижения предельной несущей способности основания, м,

R — давление, передаваемое на основание, Па,

$[R]$ — предельная несущая способность основания, Па,

\bar{R} — относительное давление, равное $\frac{R}{[R]}$,

D — относительная плотность сложения грунтового основания,

определяемая $D = \frac{\epsilon_p - \epsilon_e}{\epsilon_p - \epsilon_n}$

для вновь образованного основания принимают $D = 0,5$

1.3.1. Осадку штампа в момент достижения предельной несущей способности грунтового основания определяют по формуле:

$$[y] = B(0,22 - 0,18 \cdot D), \quad (4)$$

где: B — ширина штампа, м.

1.3.2. Предельную несущую способность грунтового основания определяют в соответствии со СНиП 2.02.01-83 по формуле:

$$[R] = A \cdot b \cdot \gamma + B \cdot q + D \cdot c \quad (5)$$

где А, В и Д — коэффициенты, определяемые по формуле:

$$A = \lambda_\gamma \cdot n_\gamma; \quad \lambda_\gamma = 0.9 (\lambda_q - 1) \cdot \operatorname{tg} \varphi;$$

$$B = \lambda_q \cdot n_q; \quad \lambda_q = e^{\pi \cdot \operatorname{tg} \varphi} \cdot \operatorname{tg}^2 \varphi \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right);$$

$$D = \lambda_c \cdot n_c; \quad \lambda_c = (\lambda_q - 1) \cdot c \operatorname{tg} \varphi;$$

$$n_\gamma = 1 - \frac{0.25b}{e}; \quad n_q = 1 + \frac{1.5b}{e}; \quad n_c = 1 + \frac{0.3b}{e}$$

b — ширина подошвы балки, м.

e — длина одной балки, м;

γ — удельный ^{вес} грунта, на глубину от подошвы балки до двойной ширины балки,

φ — нормативный угол внутреннего трения грунта основания, град

c — нормативное удельное сцепление грунта основания, $\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$,

q — нагрузка на уровне подошвы балки от грунта и покрытия, $\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$

1.3.3. В соответствии с зависимостью (3) модуль упругости грунтового основания на уровне подошвы балки определяют по формуле

$$E_0 = 0.08 (1 - M_0^2) \cdot [K] \cdot b \frac{[(2.5 - D) - \bar{R}_0]^2}{(2.5 - D)(1.5 - D)}, \text{ мПа}, (6)$$

где $[K]$ — коэффициент жесткости основания в момент достижения предельной несущей способности основания, $[K] = \frac{[R]}{[y]}$, $\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$;

b — ширина балки, м;

$\bar{R}_0 = \frac{R_0}{[R]}$ — относительная величина напряжения, при которой определяется модуль упругости E_0 . Принимают R_0 равным напряжению, передаваемому на основание от собственной массы конструкции;

M — коэффициент Пуассона.

2. Расчет конструкций

2.1. Конструкции оснований рельсовых путей рассчитывают по первой и второй группам предельных состояний.

По первой группе рассчитывают железобетонные конструкции на наибольшие расчетные усилия, полученные в результате статических расчетов балки, лежащей на грунтовом основании, и возникающие в строительный период.

По второй группе определяют наибольшие уклоны рельсового пути, которые не должны превышать нормативных значений.

К этой группе также относятся расчеты по определению ширины раскрытия трещин в наиболее напряженном сечении железобетонной конструкции.

2.2. Нагрузка на рельсовые пути, уложенные по железобетонным балкам, состоит из постоянной нагрузки от собственного веса конструкции и временной от катков перегрузочных механизмов.

2.3. Временную нагрузку от кранов и перегружателей принимают в соответствии с Нормами технологического проектирования морских портов РД 31.31.37-78.

2.4. При относительной плотности сложения грунтового основания $D < 0,85$ в качестве расчетной модели основания рекомендуется принимать комбинированную модель, в которой учитываются упругие и остаточные деформации грунта (см. таблицы приложения 2).

2.5. При относительной плотности сложения грунтового основания $D \geq 0,85$ допускается использовать расчетные модели основания в виде упругого полупространства с определением E_0 по формуле (6) или по гипотезе коэффициента постели, при значении

$$K_n = \frac{E_0}{\delta}, \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}.$$

(7)

Грунтовое основание в расчетах принимают однородным.

2.6. При расчетах по упругим моделям необратимым деформации основания допускается определять по формуле:

$$y_{\text{необр.}}^k = y_{\text{упр.}}^k (n_k - 1), \text{ м} \quad (8)$$

где $y_{\text{необр.}}^k$ — необратимая информация основания в точке "К", м;

$y_{\text{упр.}}^k$ — упругая деформация по расчету в точке "К", м;

n_k — коэффициент, определяемый по формуле:

$$n_k = \frac{2,5 - D - \bar{R}_0}{2,5 - D - \bar{R}_k} \quad (9)$$

\bar{R}_k — относительное давление на основание в точке "К".

2.7. Наибольшие нормативные изгибающие моменты в балках кранового пути находят при двух схемах расположения наибольшей нагрузки от ноги крана, посередине длины балки (схема № 1) и при расположении нагрузок по концам балки (схема 2, Рис. 1).

2.8. Расчетные значения изгибающих моментов, растягивающих нижнюю часть балки, определяют умножением нормативного значения на коэффициент условий работы $m = 1,25$, учитывающий неоднородность свойств грунтового основания под балкой.

Значения расчетных изгибающих моментов, растягивающих верхнюю часть балки, полученных по комбинированной модели с односторонней связью балки с основанием, умножаются на $m = 1,0$, а по упругой модели — на $m = 0,8$.

2.9. Наибольший уклон рельсового пути получают при расположении нагрузки у стыка сборных балок, если жесткость стыка меньше жесткости балки.

Допускается проводить расчет балок, у которых стык имеет жесткость, равной жесткости балки. Тогда полученный наибольший прогиб в месте стыка Δ_0 следует умножить на величину $K_{\text{ст}}$, определяемую по графику (рис. 2) по значениям отношения жесткости стыка к

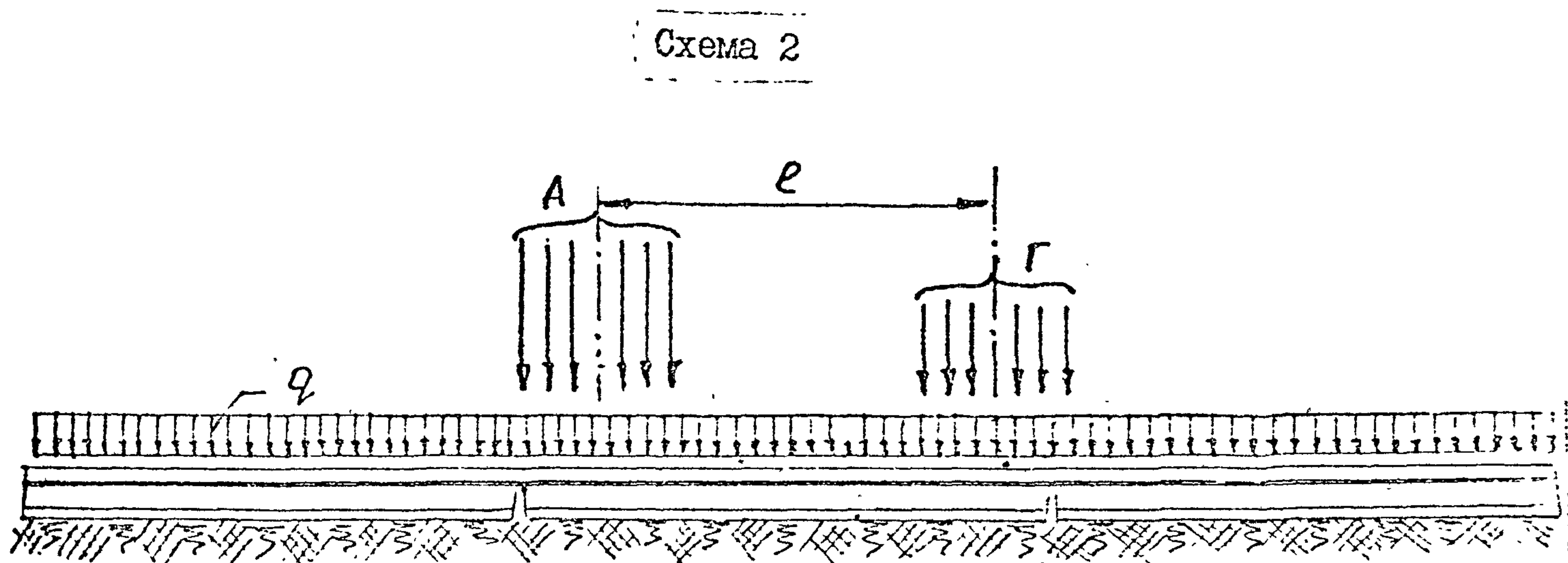
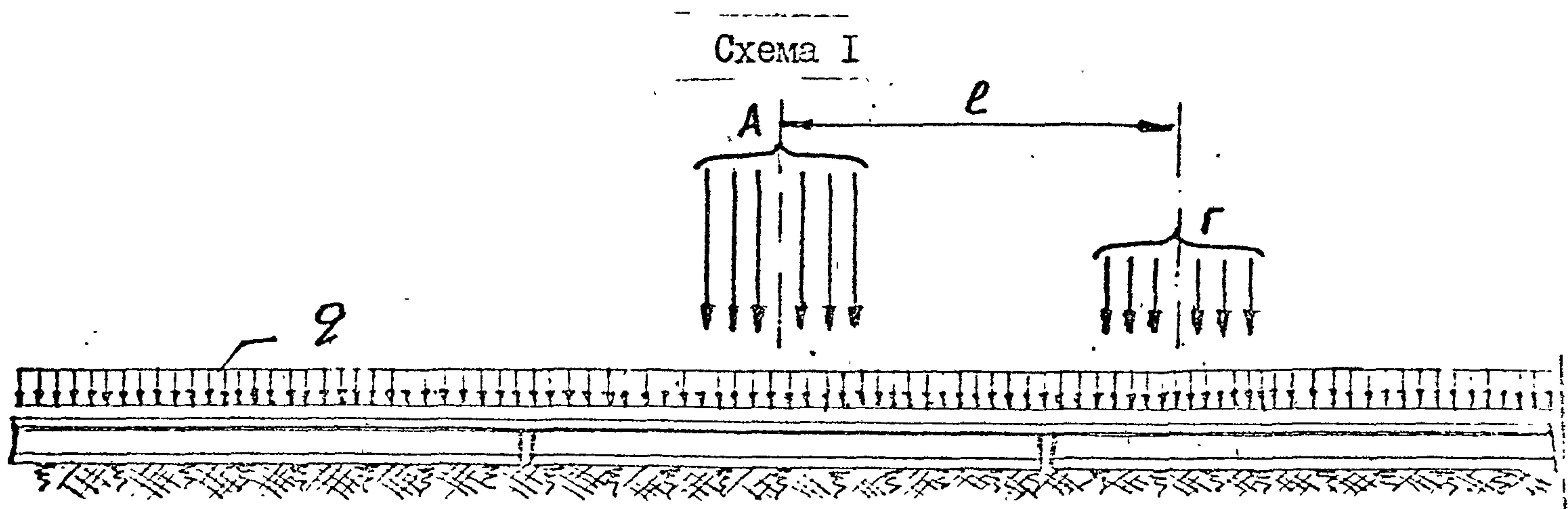


Рис. I. Схемы нагрузок от крана

- e — расстояние между осями ног крана, м,
 А, Г — нагрузки на ноги крана, определяемые по РД 31.31.37-78,
 q — собственный вес конструкции, кН/м.

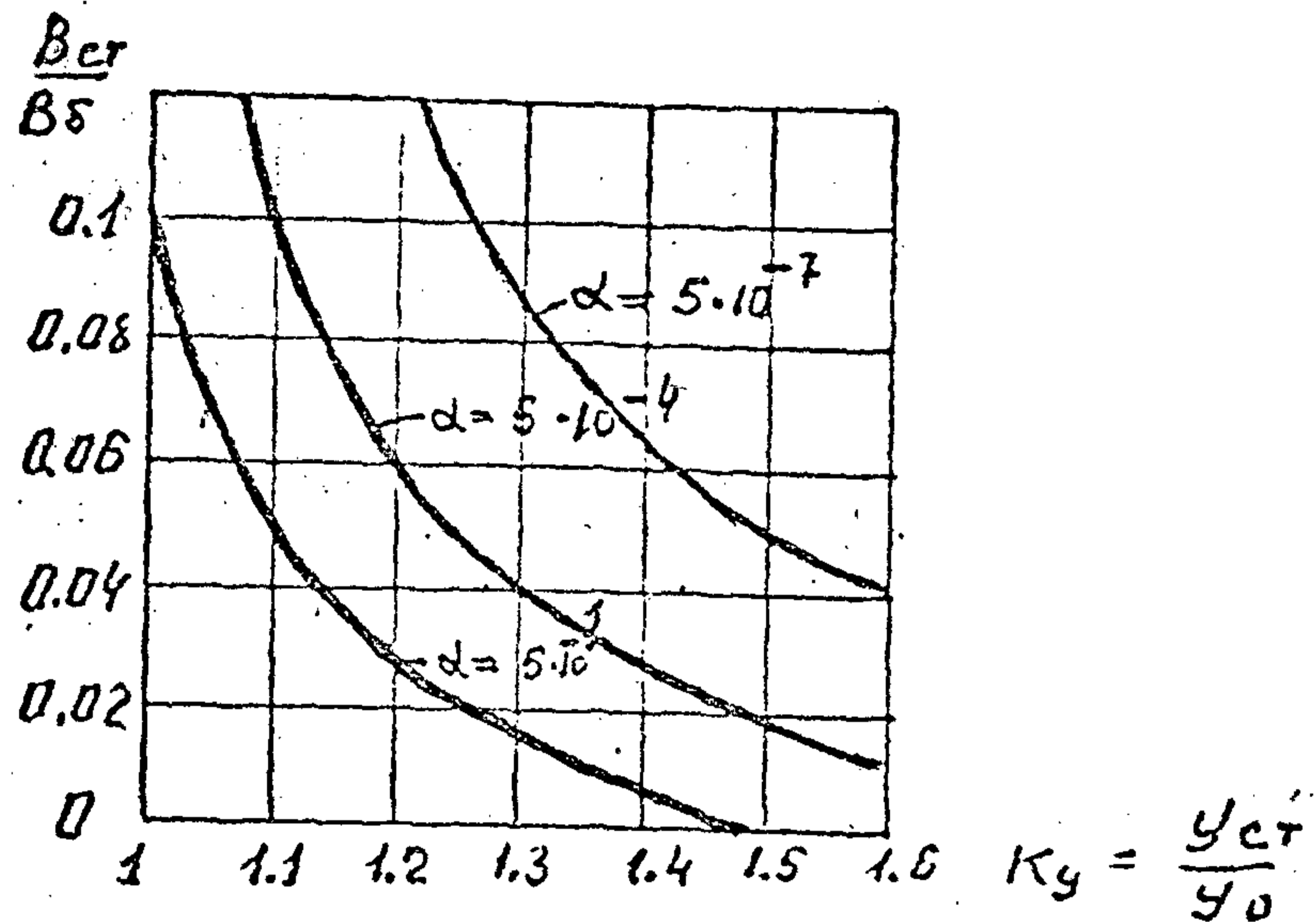


Рис. 2. График определения поправочного коэффициента K_y к прогибу балки в месте стыка.

$B_{ст}$ — жесткость стыка; B_{δ} — жесткость балки Па м^4 ;

α — показатель гибкости системы "балка-основание"

$$\alpha = \frac{\pi C_y^4 \cdot E_0}{6 B_{\delta} (1 - \mu_0^2)} ;$$

$y_{ст}$ — осадка балки в месте стыка, жесткость которого отличается от жесткости балки, м;

y_0 — осадка балки в месте стыка, жесткость которого равна жесткости балки, $B_{ст} = B_{\delta}$, м.

9

жесткости балки и показателю гибкости системы $\alpha = \frac{\pi \cdot E_0 \cdot C_y^4}{6 \cdot B_5 (1 - \mu^2)}$
где—

C_y — длина участка, на которые поделена балка при расчете по методу Б.Н. Жемочкина, м.

2.10. Наибольший уклон рельсового пути должен быть меньше или равен нормативному уклону или допускаемому уклону для конкретного крана или перегружателя. Нормативный уклон принимают по таблице 5 "Правил устройства и эксплуатации грузоподъемных кранов" Металлургия, 1976 г.

2.11. Нормативные изгибающие моменты, действующие в поперечном направлении балки, и перерезывающие силы определяют для сечения, в котором действует наибольшее реактивное давление при расчете в продольном направлении. Эюра реактивного давления в поперечном направлении принимается равномерной с ординатой, равной давлению в этом сечении, полученному при расчете в продольном направлении.

2.12. Расчетные изгибающие моменты в поперечном направлении определяют по нормативным значениям, умноженным на коэффициент условия работы m : для $0,1 > \alpha \geq 0,01$ — $m = 0,9$
для $\alpha < 0,01$

$$m = 1,25 - 0,35 \bar{R} \quad (10)$$

где \bar{R} — относительное напряжение на грунтовое основание в месте определения изгибающих моментов в поперечном направлении,

2.13. Необратимые деформации грунтового основания после приложения нагрузки более 30 раз определяют по формуле;

$$U_{необр.}^{n=1} = 1,5 \cdot U_{необр.}^{n=3} \cdot M \quad (11)$$

где $U_{необр.}^{n=1}$ — необратимые деформации после первого нагружения, определяемые расчетом, м.

$U_{необр.}^{n>30}$ — необратимые деформации после многократного нагружения,

3. Конструирование и подготовка основания.

3.1. Длина сборных железобетонных конструкций основания рельсового пути должна быть равной длине рельса.

3.2. Высота сборных балок выбирается в диапазоне от 0,45 до 0,8 м. Высота балки определяется по необходимой жесткости, при которой наибольший уклон рельсового пути меньше или равен нормативному значению.

3.3. Для балок рекомендуется принимать наиболее экономичное тавровое сечение.

3.4. Ширину подошвы балки принимают в диапазоне от 1,0 до 1,8 м. Конкретные размеры назначают по результатам расчета по второй группе предельных состояний.

3.5. Полку, тавра балки проектируют толщиной 0,2 — 0,25 м в месте примыкания к ребру и 0,1 — 0,15 м на конце полки.

Толщину ребра таврового сечения балки рекомендуется назначать от 0,3 до 0,5 м (Рис. 3)

3.6. В месте стыка балок проектируют соединения, которые должны обеспечить наименьшую разность деформаций концов смежных балок. Возможные конструктивные решения приведены на рис. 4.

3.7. Конструктивные соединения балок должны обеспечивать быстрый монтаж и демонтаж для производства текущего ремонта и подбивки основания.

3.8. Крепления рельса к сборной железобетонной балке должны обеспечивать возможность монтажного перемещения рельса в сторону от оси на ± 20 мм и по высоте + 20 мм.

Проверенное в эксплуатации крепление приведено на рис. 5.

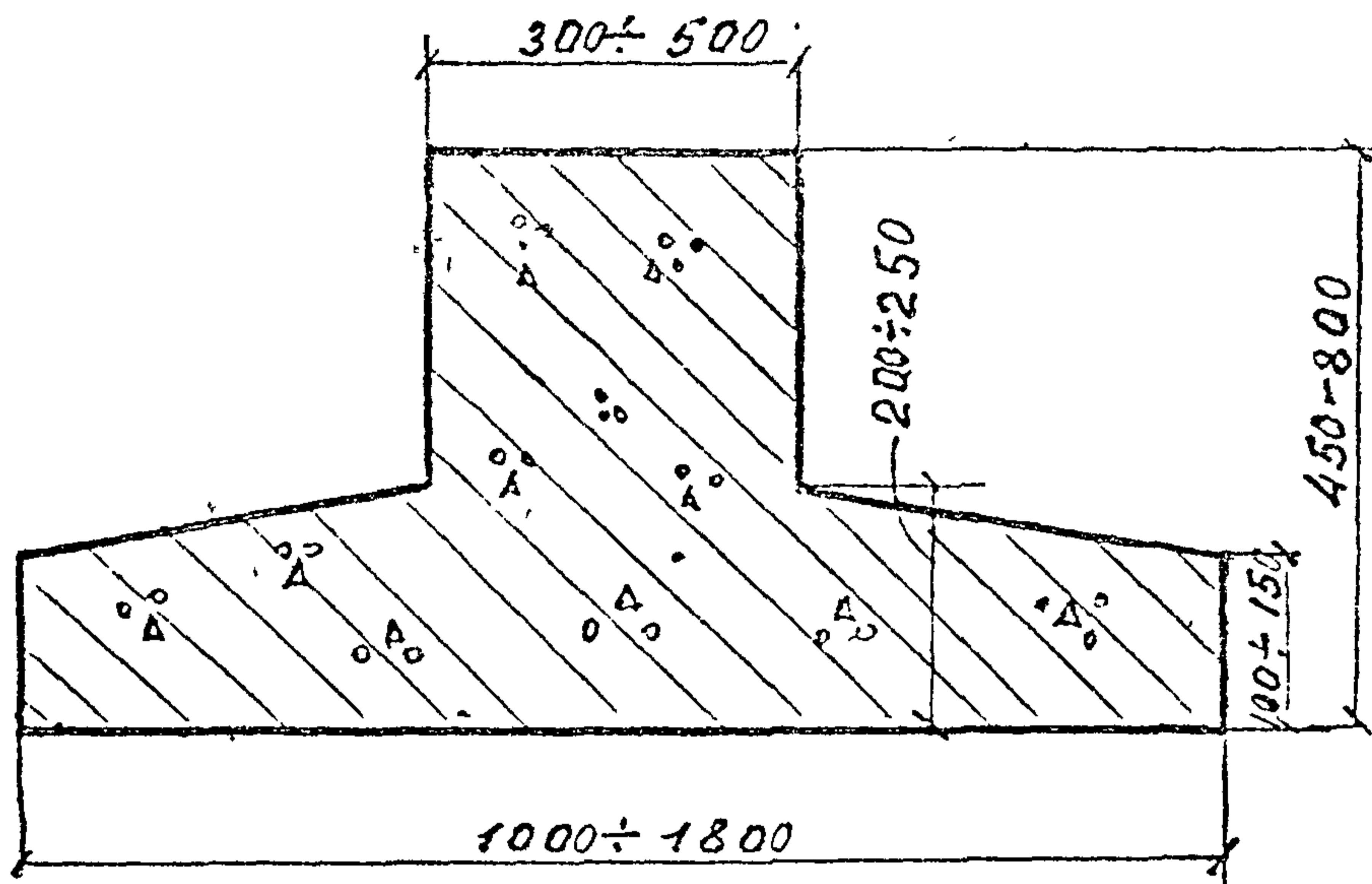


Рис. 3.

Рекомендуемые размеры сечения
балки.

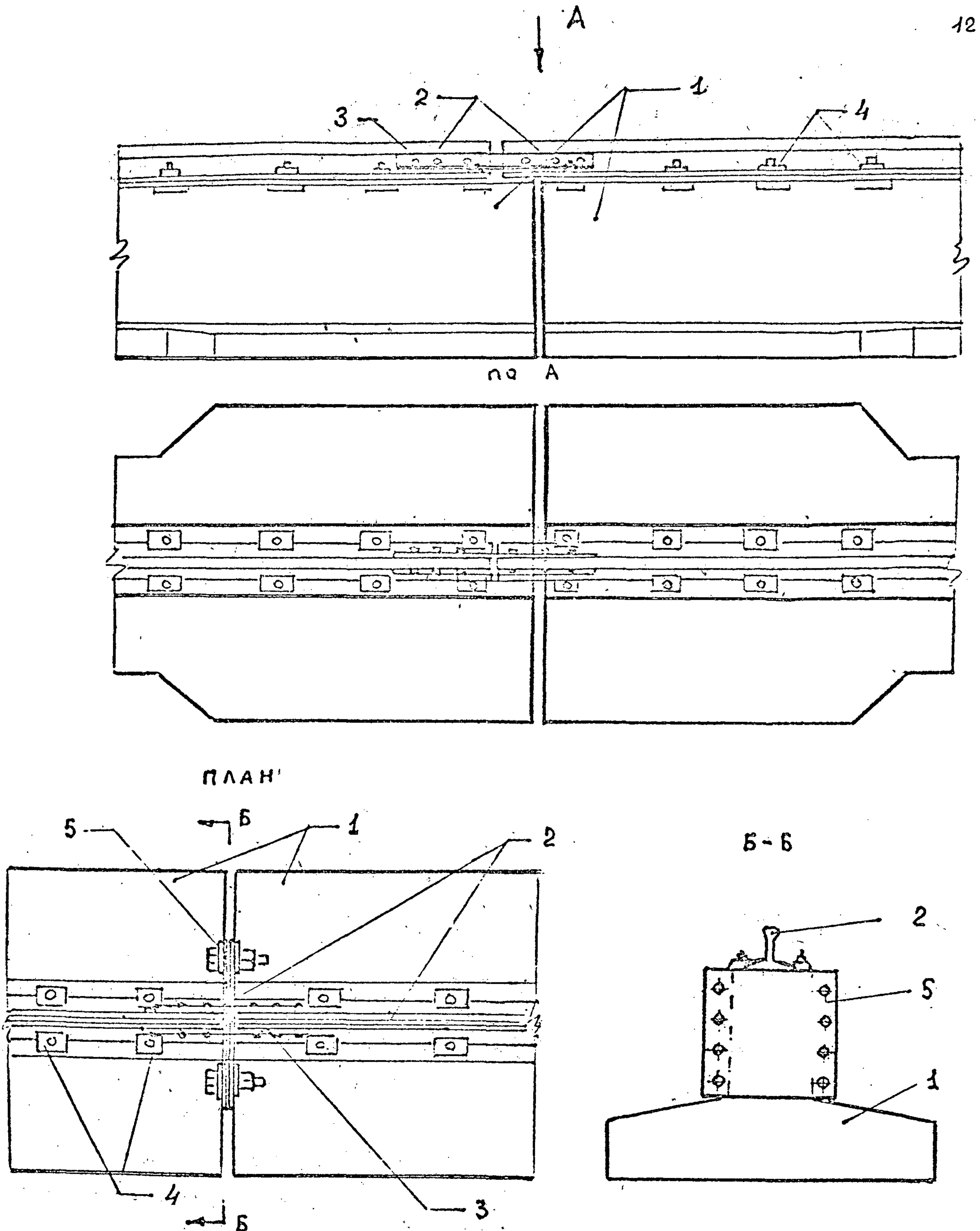


Рис. 4. Конструктивные решения соединения балок.

1 - сборные балки; 2 - рельсы; 3 - рельсовые соединительные накладки; 4 - крепление рельса к балке; 5 - фланцевое соединение балок.

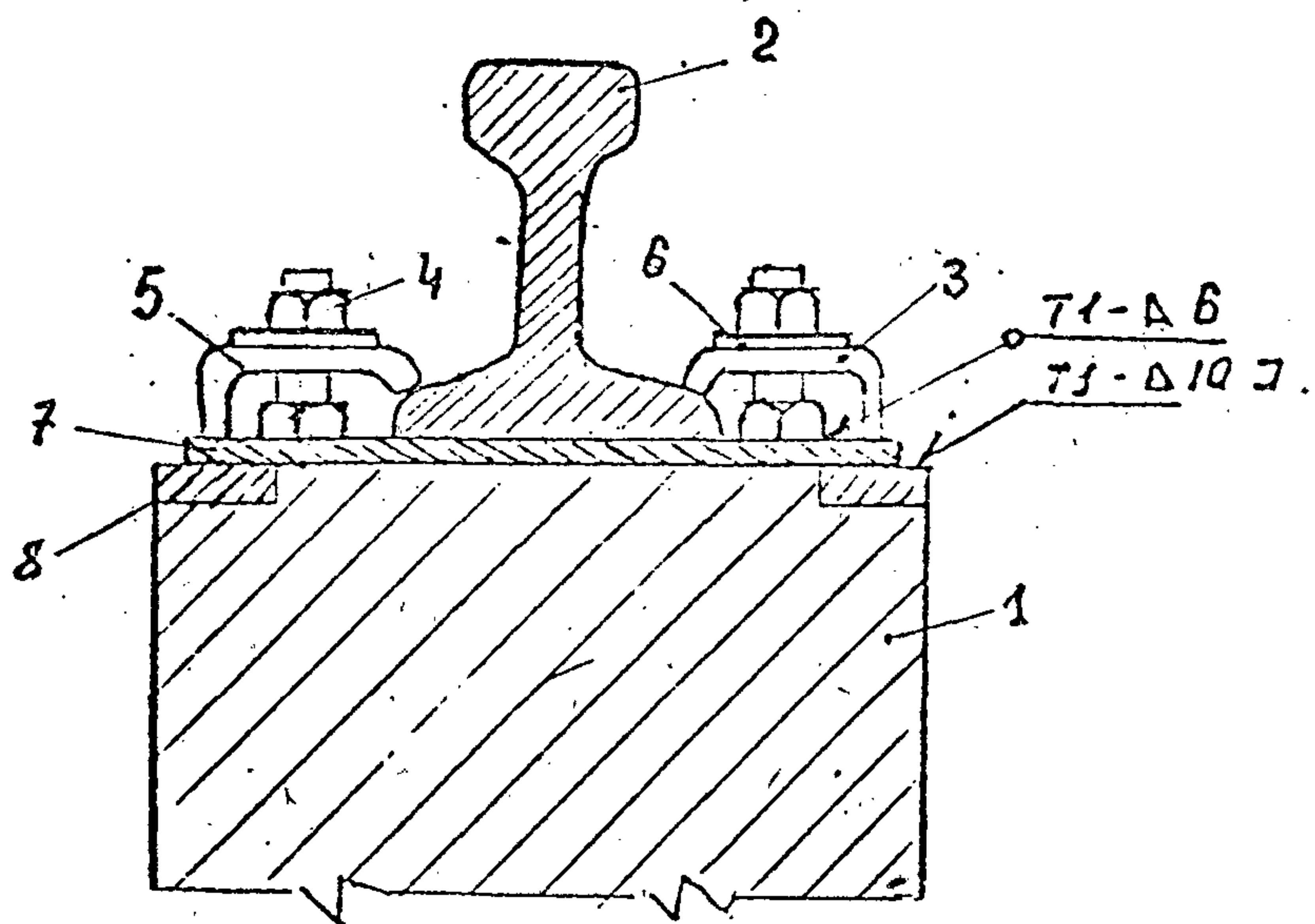


Рис. 5. Крепление рельса к балке.

1-балка; 2-рельс; 3-клемма; 4-гайка; 5-болт;
 6-шайба; 7-металлическая подкладка; 8-закладная деталь.

3.10. До укладки балок на грунтовое основание с целью уменьшения накопления остаточных деформаций под концами балок рекомендуется произвести уплотнение грунта в местах стыка балок до $\Delta > 0,7$.

3.11. До ввода в эксплуатацию рельсовых путей рекомендуется производить обкатку пути кранами при незаполненной грунтом траншеи, в которую уложены балки.

Количество проходов крана по балкам следует назначать не менее 30.

Приложение I
(обязательное)

Нормативные характеристики грунтового основания,
образованного при строительстве.

Грунты основания	Относительная плотность	Угол внутреннего трения и коэффициент вариации		Модуль деформации E МПа и коэффициент Пуассона μ при нагрузке R на основание					
				0,2		0,4		0,6	
	D	φ°	ν_p	E	μ	E	μ	E	μ
Гравелистый или щебеночный	0,6	35	0,045	27	0,25	22	0,25	16	0,27
	0,8	36		55		43		31	
Крупный песок	0,6	34	0,047	23	0,28	20	0,29	14	0,3
	0,8	35		47		38		30	
Средней крупности песок	0,6	33	0,05	20	0,31	16	0,32	12	0,33
	0,8	34		40		35		28	
Мелкий песок	0,6	32	0,07	16	0,33	14	0,33	10	0,34
	0,8	33		35		29		24	

Примеры расчета
сборных конструкций балок, выполненных
по комбинированной модели основания.

Приложение 2
продолжение

Пояснения к результатам расчета.

Конструкция основания рельсовых путей состоит из сборных балок длиной 12,5 м, соединенных между собой рельсом.

Для расчета конструкции балок они условно разбиты на участки длиной 1 м. Каждый участок имеет жесткость, определенную для балки высотой 0,65 м. В месте стыка балок участок имеет жесткость рельса.

Грунтовое основание представлено комбинированной моделью, которая позволяет производить расчеты при нелинейной зависимости осадок от нагрузки.

Связь между конструкцией и основанием односторонняя т.е. учитывается влияние основания только для сжимающих усилий.

Программа для расчета балок на ЭВМ написана на языке Фортран хранится в Союзморниипроекте.

Характеристики основания приняты для песчаных грунтов (мелких песков, песков средней крупности и крупных песков) с относительной плотностью сложения основания $D > 0,6$.

Нагрузка на рельсовые пути от крана принята в соответствии с Нормами технологического проектирования морских портов, РД ЗИ.ЗИ.37-78 и относится к нагрузке К-35 при шести катках в ноге крана.

Эта схема дает наибольшие усилия в конструкции и деформации ее.

Расчеты проведены для балок, имеющих ширину плиты подошвы 1,2 и 1,8 м.

Исходные данные

Продолжение 2
продолжение

$\varphi = 32^\circ$

$h = 0,65 \text{ м}$

$\gamma = 17,5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$

$b = 1,2 \text{ м}$

$\delta = 0,6$

Нагрузка по

$E_0 = 104 \cdot \text{МПа}$

K-35 Схема 1

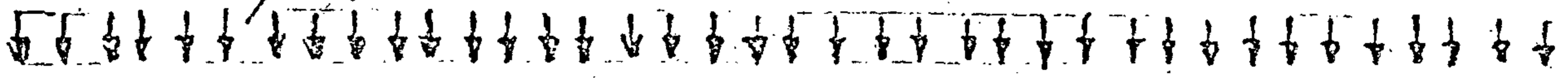
$\alpha = 0,027$

2100 кН

1200 кН

$q = 1,5 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$

Сила



ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРОГИБЫ	ПРОГИБЫ	ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ
$\times 10^4 \text{ кНм}$	см. м	$\times 10^4 \text{ кН}$
0.46965	-0.00628	1.27850
1.46285	-0.00982	0.15961
1.99155	-0.00937	-0.05809
1.56133	-0.00956	-0.21053
1.77626	-0.00974	-0.18025
1.62023	-0.01003	-0.05398
1.57273	-0.01046	0.09642
1.67681	-0.01096	0.27656
1.96433	-0.01156	0.50055
2.48377	-0.01228	0.80011
3.31034	-0.01316	1.25556
4.65300	-0.01415	2.15936
6.94555	-0.01557	3.66197
9.33218	-0.01722	0.04727
7.96847	-0.01838	-9.21140
2.71750	-0.01976	-24.36833
23.60626	-0.02151	-45.60707
22.47912	-0.02373	-19.90909
53.20046	-0.02650	2.54008
50.70524	-0.02930	24.80960
55.19278	-0.03222	49.80067
17.20654	-0.03529	27.35498
11.37008	-0.03827	9.70743
22.11278	-0.04131	-3.79868
18.90191	-0.04439	-14.95347
6.81378	-0.04795	-14.04712
11.28557	-0.04493	-28.15024
32.43465	-0.04434	-13.04767
40.51496	-0.04614	-0.87534
47.37003	-0.04536	11.97818
34.93944	-0.04200	26.84250
15.02558	-0.03671	14.39272
0.20768	-0.03072	5.50451
0.48137	-0.02486	-0.37952
0.66435	-0.01944	-3.41632
0.55784	-0.01446	-4.01830
0.60904	-0.00980	-1.53709
0.27134	-0.00518	-0.03352

Исходные данные

$\varphi = 32^\circ$
 $\gamma = 17,5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$
 $\lambda = 0,8$
 $E_c = 176 \text{ МПа}$
 $\alpha = 0,046$

$h = 0,65 \text{ м}$
 $b = 1,2 \text{ м}$

Приложение 2
 продолжение

Нагрузка по
 К-35 Схема I

ПЕРЕПРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

$\times 10 \text{ кН}$

ПРОГИБЫ

см. м

РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ

$\times 10 \text{ кПа}$

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ

$\times 10 \text{ кНм}$

0.11283	-0.0044	-0.87380	-0.0049	0.45133
0.29417	-0.00531	-1.77386	-0.00539	-0.17731
0.30101	-0.00527	-1.16005	-0.00532	-0.06936
0.18573	-0.00557	-1.31309	-0.00563	-0.14507
0.03991	-0.00581	-1.31558	-0.00588	-0.22377
-0.17849	-0.00605	-1.29766	-0.00612	-0.28097
-0.45715	-0.00630	-1.28999	-0.00637	-0.32895
-0.76140	-0.00653	-1.20763	-0.00659	-0.27810
-1.01267	-0.00675	-1.11819	-0.00681	-0.11993
-0.98685	-0.00680	-0.63235	-0.00684	0.62125
-0.17590	-0.00698	-0.00004	-0.00698	2.12120
1.96557	-0.00712	-0.00087	-0.00712	3.62225
5.56824	-0.00761	0.00227	-0.00761	5.12496
9.85696	-0.01346	-2.78522	-0.01378	3.28269
-11.34903	-0.02062	-2.75398	-0.02225	-5.72208
3.92428	-0.02854	-14.42949	-0.03245	-21.53746
-19.27649	-0.03673	-19.97395	-0.04408	-44.00607
-51.56688	-0.04401	-24.67152	-0.05542	-19.61191
-71.96349	-0.04841	-27.28719	-0.06268	1.64346
-70.32973	-0.04877	-27.31953	-0.05318	22.86002
-46.72444	-0.04514	-24.83530	-0.05995	47.05766
-11.48587	-0.03894	-20.48213	-0.04997	23.07910
13.95836	-0.03224	-15.59844	-0.03706	6.76097
22.00865	-0.02645	-11.30142	-0.02920	-5.30074
17.71707	-0.02190	-7.93744	-0.02345	-13.32566
6.26025	-0.01746	-1.70791	-0.01771	-13.87515
-10.42347	-0.02396	-11.06954	-0.02640	-25.65860
-29.55580	-0.02776	-14.31469	-0.03153	-11.33623
-41.51344	-0.03000	-16.38586	-0.03476	0.50073
-41.07988	-0.02992	-16.61124	-0.03473	12.06725
-28.53296	-0.02750	-15.01038	-0.03144	25.55455
-9.64543	-0.02355	-12.23540	-0.02622	12.37207
3.68862	-0.01901	-9.02780	-0.02056	3.03872
7.88463	-0.01419	-5.15563	-0.01483	-1.64803
6.84512	-0.01083	-3.14276	-0.01112	-3.91935
3.71511	-0.00765	-0.51134	-0.00768	-3.03296
0.83641	-0.00487	0.00164	-0.00487	-1.53098
-0.69387	-0.00210	0.00424	-0.00210	-0.02590

Исходные данные

$\varphi = 32^\circ$
 $\gamma = 17,5 \frac{кН}{м^3}$
 $\rho = 0,6$
 $E_c = 128 \text{ МПа}$
 $\alpha = 0,034$

Приложение 2

продолжение

$h = 0,65 \text{ м}$
 $b = 1,8 \text{ м}$

Нагрузка по

К-35 Схема f

ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

СИЛЫ	СИЛЫ
$\times 10 \text{ кН}$	$\times 10 \text{ кН}$
0.48360	0.48360
-0.12473	-0.12473
-0.06703	-0.06703
-0.17203	-0.17203
-0.21795	-0.21795
-0.29664	-0.29664
-0.32624	-0.32624
-0.24584	-0.24584
-0.02928	-0.02928
0.49002	0.49002
1.78690	1.78690
3.28759	3.28759
4.78975	4.78975
3.17923	3.17923
-4.60460	-4.60460
-19.23083	-19.23083
-41.26389	-41.26389
-17.76416	-17.76416
1.60698	1.60698
-20.98367	-20.98367
44.28659	44.28659
21.67596	21.67596
5.51016	5.51016
-5.34948	-5.34948
-12.69308	-12.69308
-13.22258	-13.22258
-24.74399	-24.74399
-10.68803	-10.68803
0.57687	0.57687
11.68831	11.68831
24.92761	24.92761
12.21323	12.21323
3.59096	3.59096
-1.59055	-1.59055
-3.99302	-3.99302
-4.04094	-4.04094
-1.53199	-1.53199
-0.02862	-0.02862

ПРОГИБЫ

ПРОГИБЫ	ПРОГИБЫ
мм	мм
-0.0041	-0.0041
-0.00505	-0.00505
-0.00497	-0.00497
-0.00525	-0.00525
-0.00544	-0.00544
-0.00568	-0.00568
-0.00589	-0.00589
-0.00608	-0.00608
-0.00628	-0.00628
-0.00643	-0.00643
-0.00646	-0.00646
-0.00660	-0.00660
-0.00691	-0.00691
-0.01223	-0.01223
-0.01845	-0.01845
-0.02555	-0.02555
-0.03298	-0.03298
-0.03958	-0.03958
-0.04355	-0.04355
-0.04383	-0.04383
-0.04056	-0.04056
-0.03489	-0.03489
-0.02891	-0.02891
-0.02324	-0.02324
-0.01996	-0.01996
-0.01585	-0.01585
-0.02231	-0.02231
-0.02598	-0.02598
-0.02806	-0.02806
-0.02790	-0.02790
-0.02565	-0.02565
-0.02175	-0.02175
-0.01754	-0.01754
-0.01370	-0.01370
-0.01039	-0.01039
-0.00755	-0.00755
-0.00503	-0.00503
-0.00246	-0.00246

ВГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРОГИБЫ

ВГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ	ПРОГИБЫ
$\times 10 \text{ кНм}$	$\times 10 \text{ кПа}$	мм
0.12000	-0.56461	-0.00412
0.33152	-1.17130	-0.00508
0.32330	-0.80128	-0.00499
0.26559	-0.89166	-0.00528
0.10833	-0.85884	-0.00547
-0.11781	-0.87705	-0.00571
-0.40218	-0.84978	-0.00592
-0.70092	-0.78867	-0.00611
-0.91272	-0.71302	-0.00630
-0.86632	-0.54483	-0.00645
-0.18190	-0.11284	-0.00646
1.65595	0.00038	-0.00660
4.94390	0.00120	-0.00691
8.95548	-1.72807	-0.01236
10.59138	-5.15762	-0.01908
4.27618	-8.55902	-0.02705
-16.80635	-13.07392	-0.03581
-46.68706	-16.94460	-0.04410
-65.48337	-19.23825	-0.04728
-63.87500	-19.23517	-0.04760
-41.90977	-17.05394	-0.04522
-9.10159	-13.39480	-0.03796
14.18568	-9.81434	-0.03074
21.02234	-6.86647	-0.02477
16.55183	-4.51311	-0.02057
5.56228	-1.12750	-0.01396
-10.40808	-7.23413	-0.02333
-28.75780	-9.69114	-0.02759
-40.14381	-11.24172	-0.03011
-39.60492	-11.32670	-0.02995
-27.38663	-10.14511	-0.02733
-8.94520	-7.89688	-0.02284
4.29074	-5.62348	-0.01315
8.74201	-3.71195	-0.01401
7.84628	-2.16804	-0.01052
4.44193	-0.85996	-0.00759
1.04027	0.56053	-0.00505
-0.74347	0.00187	-0.00246

Исходные данные

$\varphi = 32^\circ$
 $\gamma = 175 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$
 $\mu = 0,8$
 $E_c = 217 \text{ МПа}$
 $\alpha = 0,057$

$h = 0,65 \text{ м}$
 $B = 1,8 \text{ м}$

Применено
продолжение

Нагрузка по

к-35 Схема I

ПЕРЕПРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

$\times 10 \text{ кН}$

ПРОГИБЫ
 $\times 10^{-4} \text{ м}$

-0.00263	-0.12534
-0.00281	-0.19776
-0.00285	0.03931
-0.00305	-0.03451
-0.00325	-0.16964
-0.00341	-0.34037
-0.00356	-0.54353
-0.00368	-0.70133
-0.00370	-0.53414
-0.00362	0.36319
-0.00351	1.86360
-0.00323	3.36567
-0.00327	5.89778
-0.01051	1.15463
-0.01544	-15.46109
-0.02097	-38.30934
-0.02615	-16.54668
-0.02922	0.87137
-0.02933	18.33275
-0.02652	40.20984
-0.02179	17.28059
-0.01695	2.29533
-0.01308	-6.37523
-0.01030	10.14738
-0.00916	-10.91168
-0.01310	-21.47549
-0.01648	-8.68843
-0.01824	0.78835
-0.01780	11.03967
-0.01627	23.37323
-0.01357	9.88341
-0.01026	2.01303
-0.00793	-2.81884
-0.00571	-4.31927
-0.00394	-3.03439
-0.00325	-1.53439
-0.00180	-0.03183

ЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ РЕАКТИВНОЕ АДЪЕКТИВНОЕ

$\times 10 \text{ кПа}$

ПРОГИБЫ
 $\times 10^{-4} \text{ м}$

-0.00263	-0.00265
-0.00281	-0.00282
-0.00285	-0.00286
-0.00305	-0.00310
-0.00325	-0.00327
-0.00341	-0.00343
-0.00356	-0.00359
-0.00368	-0.00371
-0.00370	-0.00372
-0.00362	-0.00363
-0.00351	-0.00351
-0.00323	-0.00323
-0.00327	-0.00327
-0.01051	-0.01085
-0.01544	-0.01641
-0.02097	-0.02308
-0.02615	-0.02775
-0.02922	-0.03387
-0.02933	-0.03400
-0.02652	-0.03016
-0.02179	-0.02398
-0.01695	-0.01307
-0.01308	-0.01360
-0.01030	-0.01051
-0.00916	-0.00924
-0.01310	-0.01372
-0.01648	-0.01773
-0.01824	-0.01788
-0.01780	-0.01934
-0.01627	-0.01754
-0.01357	-0.01438
-0.01026	-0.01064
-0.00793	-0.00813
-0.00571	-0.00578
-0.00394	-0.00394
-0.00325	-0.00325
-0.00180	-0.00180

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

$\varphi = 34^\circ$

$h = 0,65 \text{ м}$

$\gamma = 17,5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$

$\epsilon = 1,2 \text{ м}$

$D = 0,6$

$E_0 = 136 \text{ МПа}$

$\alpha = 0,036$

Применение к
продолжение

Нагрузка по
К-35 Схема 1

ИПЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

ПРОГИБЫ

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРОГИБЫ

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ X/0. КНМ	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ X/0. КПа	ПРОГИБЫ X/0. ММ	ИПЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ X/0. КН
0.26060	-0.38201	-0.000534	1.04158
0.76989	-2.15565	-0.00723	-0.00714
0.98195	-1.29812	-0.00702	-0.00697
0.87201	-1.32146	-0.00728	-0.00723
0.69320	-1.28855	-0.00754	-0.00748
0.48140	-1.21138	-0.00778	-0.00773
0.29686	-1.19784	-0.00810	-0.00805
0.19119	-1.13003	-0.00843	-0.00838
0.22793	-1.06262	-0.00881	-0.00876
0.51228	-0.90971	-0.00919	-0.00914
1.30143	-0.43049	-0.00949	-0.00947
3.05943	0.00017	-0.01007	-0.01007
6.18901	0.00212	-0.01020	4.63154
9.72262	-3.65763	-0.01824	1.74238
9.85594	-9.02119	-0.02822	-7.58305
0.68572	-14.31172	-0.03718	-23.25710
-26.13510	-19.52412	-0.05093	-45.18605
-57.55138	-26.04147	-0.06189	-20.03583
-78.35709	-26.60774	-0.06375	2.03488
-76.34206	-26.67384	-0.06739	24.02626
-51.62042	-24.35594	-0.06402	48.79912
-14.73800	-20.32813	-0.05491	25.90536
12.51355	-15.84152	-0.04534	8.39554
22.05402	-12.02511	-0.03740	-4.53459
18.30864	-9.39363	-0.03142	-14.30694
6.38351	-7.45433	-0.02294	-14.55214
-11.26186	-11.76518	-0.03356	-27.17035
-31.66280	-14.20089	-0.03819	-12.71141
-44.89833	-15.54692	-0.04093	-0.34772
-45.25616	-15.98049	-0.04047	11.97569
-32.82001	-14.44559	-0.03694	26.14110
-13.37451	-11.76397	-0.03138	13.52434
1.04906	-8.76633	-0.02531	4.50475
6.39023	-5.97991	-0.01968	-1.17066
6.00564	-3.35901	-0.01460	-3.70148
3.09937	-0.70804	-0.01018	-3.05112
-9.26180	8.88179	-0.00224	-1.54980
			-0.04330

ИЗГИБАЮЩЕ МОМЕНТ РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРОГИБЫ ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

ИЗГИБАЮЩЕ МОМЕНТ X 10 КНМ	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ X 10 К.ПО	ПРОГИБЫ С.У.И. С.С.	ПРОГИБЫ У.У.Р. М	ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ X 10 КН
0.00861	-1.22129	-0.00355	-0.00353	0.03445
0.04581	-1.51753	-0.00397	-0.00393	0.28658
0.18977	-1.04215	-0.00396	-0.00394	0.03716
0.29783	-1.27847	-0.00425	-0.00422	0.07132
0.39173	-1.35374	-0.00449	-0.00446	0.19581
0.59293	-1.37173	-0.00471	-0.00466	0.34138
0.93298	-1.36560	-0.00490	-0.00486	0.48061
1.39240	-1.29498	-0.00506	-0.00502	0.53458
1.85913	-1.06882	-0.00515	-0.00512	0.31717
2.03201	-0.58786	-0.00516	-0.00514	0.47739
1.37820	-0.00020	-0.00513	-0.00513	1.97763
0.59981	0.00147	-0.00500	-0.00500	3.47939
4.07537	0.00202	-0.00575	-0.00575	4.98181
8.61664	-1.47977	-0.00750	-0.00941	4.70608
11.44113	-7.75176	-0.01364	-0.01487	3.09602
6.53576	-13.78288	-0.02307	-0.02105	-18.13548
-13.54937	-20.28163	-0.03188	-0.02776	-40.97345
-43.07849	-25.88390	-0.04069	-0.03381	-18.03413
-62.03069	-28.94412	-0.04589	-0.03743	1.23291
-60.81403	-28.99821	-0.04419	-0.03766	20.43504
-39.45738	-25.92622	-0.04133	-0.03450	43.32358
-7.62431	-20.47792	-0.03347	-0.02910	20.25006
14.38629	-14.60943	-0.02584	-0.02343	4.21875
20.05743	-9.76384	-0.02000	-0.01875	6.00386
15.17750	-6.02166	-0.01591	-0.01529	11.72985
4.69940	-1.84960	-0.01325	-0.01310	12.44938
-10.40202	-10.70662	-0.01221	-0.01190	23.79732
-27.94550	-14.84417	-0.02352	-0.02129	10.11032
-38.68304	-16.93428	-0.02584	-0.02305	1.06854
-37.84622	-17.70636	-0.02625	-0.02329	11.32091
-25.73776	-15.08084	-0.02307	-0.02085	24.72391
-7.64164	-12.17400	-0.01231	-0.01781	11.61511
4.90425	-9.07022	-0.01333	-0.01449	2.23084
8.28946	-5.22327	-0.01117	-0.01080	2.53708
6.53161	-2.62723	-0.00309	-0.00795	4.18976
3.03385	0.30226	-0.00368	-0.00567	3.05319
0.07680	0.00114	-0.00397	-0.00397	1.55182
-1.67436	0.00182	-0.00183	-0.00183	0.04724

$\varphi = 34^\circ$
 $\gamma = 175 \frac{\text{КН}}{\text{М}^3}$
 $D = 0.8$
 $E_0 = 230 \text{ МПа}$
 $\alpha = 0.06$

$h = 0.65 \text{ м}$
 $b = 1.2$

продолжение

Нагрузка по
 К-35 Схема I

исходные данные

продолжение

$$\varphi = 34^\circ$$

$$h = 0,65 \text{ м}$$

$$\gamma = 17,5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$$

$$b = 1,8 \text{ м}$$

$$\beta = 0,6$$

$$E_c = 170 \text{ МПа}$$

Нагрузка по

$$\alpha = 0,044$$

К-35 Схема 1

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРОГИБЫ

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ x/10 кНм	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ x/10 кПа	ПРОГИБЫ y/10 мм	ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ x/10 кНм	ПРОГИБЫ y/10 мм	ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ x/10 кНм
0.01801	-0.79330	-0.00329	-0.00330	-0.00329	0.07205
-0.01614	-1.02933	-0.00371	-0.00373	-0.00371	-0.28073
-0.14793	-0.69833	-0.00366	-0.00367	-0.00366	-0.03773
-0.25261	-0.84711	-0.00393	-0.00394	-0.00393	-0.06253
-0.34413	-0.91153	-0.00416	-0.00418	-0.00416	-0.20329
-0.53887	-0.89254	-0.00432	-0.00434	-0.00432	-0.30985
-0.84861	-0.89230	-0.00451	-0.00452	-0.00451	-0.41529
-1.25384	-0.86838	-0.00467	-0.00469	-0.00467	-0.47907
-1.68570	-0.76348	-0.00478	-0.00480	-0.00478	-0.35333
-1.92010	-0.49919	-0.00480	-0.00481	-0.00480	0.24813
-1.43737	-0.02211	-0.00473	-0.00473	-0.00473	1.78793
0.34088	0.00065	-0.00466	-0.00466	-0.00466	3.28910
3.63015	0.00103	-0.00524	-0.00524	-0.00524	4.79095
7.98227	-0.97415	-0.00851	-0.00855	-0.00851	6.53749
10.83653	-4.71465	-0.01349	-0.01379	-0.01349	-2.44887
6.61706	-8.64928	-0.01910	-0.01989	-0.01910	-16.51756
-11.96751	-13.24259	-0.02524	-0.02687	-0.02524	-38.85422
-39.65120	-17.58582	-0.03078	-0.03348	-0.03078	-16.50870
-57.33714	-20.20192	-0.03414	-0.03762	-0.03414	1.12784
-56.19887	-20.17877	-0.03431	-0.03780	-0.03431	18.80605
-36.23672	-17.60962	-0.03138	-0.03414	-0.03138	41.10873
-6.14602	-13.37184	-0.02641	-0.02814	-0.02641	18.53943
14.07093	-9.19958	-0.02122	-0.02216	-0.02122	3.48019
18.97440	-6.03702	-0.01699	-0.01747	-0.01699	-5.88644
14.12595	-3.72142	-0.01390	-0.01414	-0.01390	-11.08499
4.16720	-1.22748	-0.01182	-0.01189	-0.01182	-11.79446
-10.14540	-6.82328	-0.01654	-0.01707	-0.01654	-22.57635
-26.60880	-9.90553	-0.01991	-0.02085	-0.01991	-8.90631
-36.36343	-11.79109	-0.02185	-0.02313	-0.02185	1.36974
-35.10533	-12.03894	-0.02193	-0.02321	-0.02193	11.19965
-23.22415	-10.52415	-0.01994	-0.02095	-0.01994	23.75618
-5.87613	-8.09756	-0.01676	-0.01741	-0.01676	10.68057
5.87374	-5.72060	-0.01338	-0.01374	-0.01338	1.88349
8.74631	-3.52377	-0.01012	-0.01028	-0.01012	-2.95930
0.77027	-1.31903	-0.00708	-0.00712	-0.00708	-3.83356
3.26137	-0.61775	-0.00541	-0.00543	-0.00541	-3.44551
0.19340	0.22003	-0.00403	-0.00403	-0.00403	-1.54946
-1.65559	0.10169	-0.00204	-0.00204	-0.00204	-0.04641

Исходные данные

$\varphi = 34^\circ$
 $\gamma = 17,5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$
 $\phi = 0,8$
 $E_c = 287 \text{ МПа}$
 $\alpha = 0,075$

Применены к
 продолжение

Нагрузка по
 К-35 Схема 1

ПЕРЕПРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

ПРОГИБЫ	СИЛЫ
в м	в кН
-0.00203	-0.29103
-0.00211	-0.29931
-0.00211	0.10648
-0.00232	0.04935
-0.00246	-0.07856
-0.00260	-0.31861
-0.00272	-0.57032
-0.00280	-0.75274
-0.00284	-0.67066
-0.00280	0.02635
-0.00265	1.52677
-0.00238	3.02898
-0.00315	4.53028
-0.00435	6.03057
-0.00747	0.60613
-0.01124	-12.06896
-0.01566	-35.32516
-0.01998	-14.74008
-0.02259	0.57611
-0.02263	16.06592
-0.02023	36.81392
-0.01618	14.32410
-0.01235	0.32533
-0.00930	-7.01263
-0.00702	-8.48335
-0.00679	-9.128009
-0.00969	-19.25797
-0.01258	-7.00798
-0.01403	1.73694
-0.01419	9.60204
-0.01246	21.49780
-0.01018	8.14593
-0.00747	1.07279
-0.00568	-2.85882
-0.00416	-3.92711
-0.00306	-3.05401
-0.00242	-1.55388
-0.00176	-0.05261

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРОГИБЫ

МОМЕНТЫ	ДАВЛЕНИЕ	ПРОГИБЫ
в кНм	в кПа	в м
-0.07276	-0.99502	-0.00203
-0.29310	-0.83793	-0.00211
-0.48890	-0.60789	-0.00211
-0.49815	-0.86508	-0.00232
-0.46649	-0.90439	-0.00246
-0.57309	-0.96670	-0.00262
-0.85461	-0.97317	-0.00273
-1.44761	-0.93468	-0.00282
-2.13423	-0.78773	-0.00285
-2.65116	-0.44611	-0.00280
-2.42396	0.00023	-0.00265
-0.85674	0.00123	-0.00238
2.13201	0.00072	-0.00315
6.66204	0.00016	-0.00435
10.96143	-3.84691	-0.00762
9.60489	-8.20838	-0.01173
-5.40936	-13.42013	-0.01982
-29.92421	-18.56384	-0.02208
-45.98151	-21.49191	-0.02538
-45.36203	-21.39455	-0.02542
-27.92155	-18.47333	-0.02234
-1.07712	-13.32768	-0.01736
14.46973	-8.61043	-0.01291
16.66024	-4.90998	-0.00754
10.91446	-1.65040	-0.00708
2.59958	1.27597	-0.00684
-8.97558	6.37661	-0.01002
22.67661	10.69446	-0.01331
30.56100	12.64172	-0.01501
-29.04398	13.13051	-0.01522
-18.43448	10.89124	-0.01320
-3.24858	8.25104	-0.01063
6.46683	4.76286	-0.00766
8.32549	3.01755	-0.00577
6.18213	1.42684	-0.00419
2.74071	0.34828	-0.00306
-0.15644	0.00007	-0.00242
-1.71064	0.00071	-0.00176

$\varphi = 36^\circ$
 $\gamma = 1.75 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$
 $\rho = 0.6$
 $E_0 = 180 \text{ МПа.}$
 $\alpha = 0.047$

Нагрузка по
 к-35 Схема 1

продолжение

ПЕРЕПРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

ПРОГИБЫ

ПРОГИБЫ

РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ x/10 кНм	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ x/10 кПа	ПРОГИБЫ см.	ПРОГИБЫ м	ПЕРЕПРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ x/10 кН
0.06396	-1.03680	-0.00441	-0.00439	0.25584
0.14363	-1.62404	-0.00511	-0.00508	-0.19301
0.10108	-1.12251	-0.00511	-0.00509	-0.04002
0.01754	-1.26757	-0.00541	-0.00538	-0.06110
-0.05984	-1.32180	-0.00569	-0.00566	-0.14727
-0.20038	-1.29937	-0.00593	-0.00590	-0.20651
-0.40966	-1.30862	-0.00920	-0.00616	-0.27685
-0.67130	-1.25791	-0.00944	-0.00640	-0.28634
-0.90583	-1.02521	-0.00962	-0.00659	-0.08859
-0.89920	-0.76813	-0.00677	-0.00675	-0.48966
-0.26038	-0.27062	-0.00996	-0.00695	-1.66492
1.48590	0.00060	-0.00712	-0.00712	3.16564
4.65184	0.00160	-0.00777	-0.00777	4.66756
8.55315	-2.21929	-0.01262	-0.01250	3.50446
10.52201	-7.67126	-0.01930	-0.01866	-4.20104
4.61321	-13.36374	-0.02709	-0.02553	-18.73752
-15.99631	-19.60373	-0.03571	-0.03269	-40.76199
-45.44321	-25.63670	-0.04400	-0.03914	-17.52605
-64.02440	-29.15379	-0.04918	-0.04300	1.48940
-62.54538	-29.18842	-0.04954	-0.04331	20.46329
-41.05247	-25.75627	-0.04513	-0.04012	43.55576
-8.89806	-20.01070	-0.03784	-0.03458	21.04291
13.80157	-14.48229	-0.03068	-0.02876	5.15697
20.29230	-10.04205	-0.02484	-0.02376	-5.19349
13.85498	-6.85516	-0.02058	-0.01997	-12.11968
15.26019	-1.77233	-0.01694	-0.01681	-12.74648
-10.19634	-10.80593	-0.02346	-0.02237	-24.21359
-28.06424	-14.58678	-0.02765	-0.02591	-10.21773
-39.02815	-17.14637	-0.03023	-0.02800	0.71382
-38.34221	-17.23381	-0.03004	-0.02781	11.53325
-26.25627	-15.39117	-0.02742	-0.02560	24.56384
-8.23345	-12.19506	-0.02313	-0.02191	11.42978
4.42136	-8.10963	-0.01805	-0.01742	3.19823
8.54026	-5.64163	-0.01387	-0.01357	-1.35172
7.63142	-3.56473	-0.01096	-0.01080	-4.12940
4.24065	-1.10447	-0.00784	-0.00780	-3.95477
0.84662	0.76532	-0.00557	-0.00555	-1.53639
-0.01674	0.00283	-0.00303	-0.00303	-0.03300

Исходные данные

$$\varphi = 36^\circ$$

$$\gamma = 17,5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$$

$$\delta = 0,8$$

$$E_0 = 305 \text{ МПа}$$

$$\alpha = 0,08$$

$$h = 0,65 \text{ м}$$

$$B = 1,2 \text{ м}$$

Применение 2 - 1
продолжение

Нагрузка по
К-35 Схема 1.

ИПЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

ПРОГИБЫ

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ

кН

см

кПа

кПа

кНм

-0.046645	-1.40484	-0.00271	-0.1858
-0.17865	-1.22812	-0.00286	-0.15715
-0.27879	-1.03610	-0.00295	0.09953
-0.25661	-1.29392	-0.00319	0.04682
-0.23030	-1.36230	-0.00337	-0.08793
-0.33500	-1.41818	-0.00355	-0.28975
-0.62649	-1.42399	-0.00370	-0.49854
-1.10010	-1.34091	-0.00382	-0.60764
-1.65361	-1.17715	-0.00391	-0.52021
-2.00901	-0.61112	-0.00388	0.24644
-1.57913	0.00036	-0.00378	1.74687
0.16815	0.00174	-0.00360	3.24895
3.41704	0.00153	-0.00442	4.75078
8.05686	-0.36836	-0.00655	5.30875
11.94160	-6.78174	-0.01063	-0.82934
19.23632	-13.03480	-0.01536	14.97110
-7.91166	-20.29105	-0.02072	-37.32034
-34.60826	-26.96484	-0.02573	-16.17456
-51.91739	-30.74377	-0.02876	0.93291
-50.96753	-30.62721	-0.02888	18.10825
-31.71080	-26.85884	-0.02614	39.87764
-3.03181	-20.43756	-0.02169	16.85257
15.79406	-13.85988	-0.01705	1.72072
19.17747	-8.31813	-0.01322	-6.76104
13.73308	-3.92948	-0.01067	-9.97641
4.36725	-1.89352	-0.00963	-10.74864
-8.70847	-9.65051	-0.01296	-20.82924
-23.76126	-15.39583	-0.01623	-7.80423
-32.51196	-18.55132	-0.01811	1.43419
-31.06487	-18.50667	-0.01800	10.72618
-19.74171	-16.51688	-0.01636	22.40593
-3.53326	-12.17522	-0.01338	9.29567
7.15720	-7.52493	-0.01020	1.76575
9.64453	-4.95286	-0.00790	-2.67767
7.77351	-2.43295	-0.00587	-4.09722
4.30166	-0.34824	-0.00426	-3.01516
1.39091	0.00070	-0.00318	-1.51432
-0.10207	0.00232	-0.00203	-0.00154

Исходные данные

$\varphi = 32^\circ$

$h_s = 0.65$

$\gamma = 17.5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$

$b = 1.2 \text{ м}$

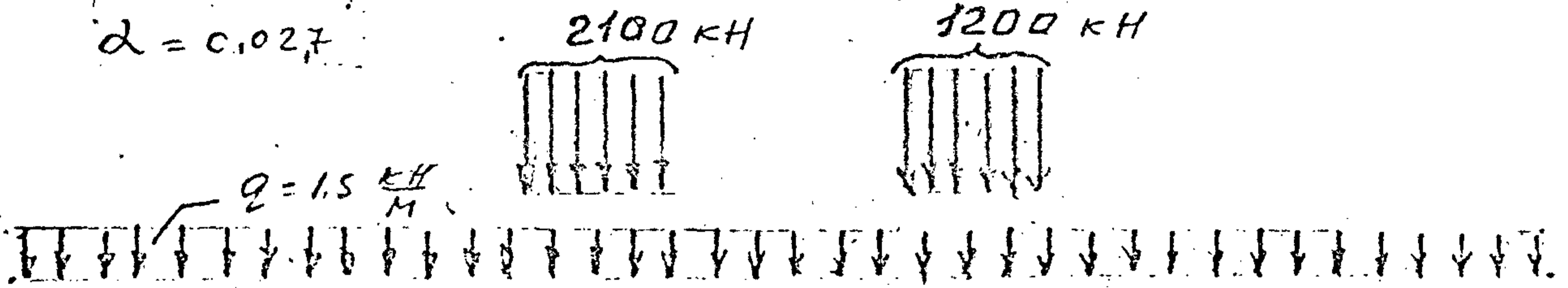
$\lambda = 0.6$

$E_0 = 104 \text{ МПа}$

$\alpha = 0.027$

Приложение 2
продолжение

Нагрузка по
К-35 Схема 2



ПРОГИБЫ ПЕРЕРЕЗЬВАЮЩИЕ СИЛЫ

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ РЕАКТИВНОЕ РАВНЕНИЕ ПРОГИБЫ

кН/м	кПа	сум. м	кН	кН
0.39511	0.06703	0.07970	0.07966	1.58044
1.95582	0.00126	-0.00397	-0.00597	3.08196
5.03781	0.00137	-0.00552	-0.00652	4.58369
9.62142	0.00140	-0.00733	-0.00733	6.08528
15.70663	0.00120	-0.00367	-0.00867	7.58671
23.29315	0.00066	-0.01087	-0.01087	9.08750
32.28647	-0.031331	-0.01434	-0.01431	10.21154
41.90614	-2.28615	-0.01788	-0.01954	8.96816
49.98360	-5.25518	-0.02321	-0.02710	4.16195
52.85628	-9.55272	-0.04028	-0.03741	5.80131
45.33508	-15.28568	-0.05723	-0.05070	-22.64412
20.55394	-22.40900	-0.07289	-0.06652	-48.03493
-15.37754	-25.81416	-0.09440	-0.07521	-25.01193
-41.04765	-28.00806	-0.10334	-0.08173	-4.62161
-44.83581	-25.22995	-0.09424	-0.07649	19.10245
-24.72026	-21.85289	-0.08209	-0.06869	46.87898
10.27925	-17.70105	-0.06339	-0.05935	27.13771
38.59187	-13.78496	-0.05052	-0.05070	12.09576
51.55202	-10.90374	-0.04320	-0.04427	0.51128
52.49043	-9.47987	-0.04384	-0.04074	-9.36456
43.09842	-9.57155	-0.04321	-0.04012	-19.35042
23.34871	-10.90257	-0.04560	-0.04188	-30.93350
-0.69513	-12.93676	-0.04784	-0.04502	-14.95761
-16.22017	-14.82879	-0.05397	-0.04800	-1.25215
-18.06163	-16.79204	-0.05722	-0.05004	10.09740
-7.16201	-14.11709	-0.05018	-0.04489	24.65689
10.54498	-12.28339	-0.04351	-0.03952	11.41682
23.13940	-8.35719	-0.03348	-0.03139	2.88820
26.92656	-5.36215	-0.02553	-0.02451	-2.04638
25.50970	-3.26371	-0.01969	-0.01921	-4.46283
21.46204	-1.88060	-0.01553	-0.01531	-5.21955
16.50990	-0.98778	-0.01261	-0.01252	-4.90489
11.72565	-0.58624	-0.01076	-0.01071	-4.10858
7.65008	-0.47660	-0.00962	-0.00959	-3.18030
4.46345	-0.45822	-0.00388	-0.00885	-2.27816
2.18329	-0.50450	-0.00330	-0.00827	-1.38355
0.77414	-0.59027	-0.00288	-0.00785	-0.59260
0.13151	-0.75554	-0.00149	-0.00746	0.00076

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРОГИБЫ
 сум. м

0.40698	0.10660	0.07719	0.07712	1.62792
1.53504	-1.55959	-0.00571	-0.00563	1.25642
3.22589	-0.11149	-0.00520	-0.00519	2.62263
5.88213	0.00057	-0.00500	-0.00500	4.12331
10.00564	0.00120	-0.00504	-0.00504	5.62476
15.63044	0.00136	-0.00565	-0.00565	7.12639
22.75667	0.00090	-0.00709	-0.00709	8.62746
31.26146	0.40795	-0.00978	-0.00975	9.63792
39.98495	3.45607	-0.01455	-0.01413	6.99065
45.94257	8.23280	-0.02225	-0.02072	-1.38872
42.17047	14.24406	-0.03392	-0.02972	-17.70158
21.85890	23.55067	-0.05128	-0.04120	-44.46240
-10.35361	26.46103	-0.06071	-0.04730	-22.21564
-33.81339	30.60215	-0.07120	-0.05301	-44.94543
-37.77421	27.33276	-0.06362	-0.04911	16.25525
-20.28043	23.19766	-0.05334	-0.04301	42.41805
10.60613	17.88591	-0.04191	-0.03565	22.45494
34.60046	12.75463	-0.03240	-0.02895	8.64938
44.36137	9.04961	-0.02617	-0.02419	-0.71014
44.12868	7.45888	-0.02336	-0.02190	-8.16080
35.80794	7.59126	-0.02359	-0.02202	-16.25031
18.85822	10.32349	-0.02643	-0.02415	-27.13849
-1.71524	13.43927	-0.03077	-0.02732	-11.76561
-14.32310	16.24815	-0.03503	-0.03028	0.23660
14.91403	19.00552	-0.03845	-0.03235	8.92996
4.56698	14.28164	-0.03110	-0.02739	23.29199
11.35760	13.17196	-0.02742	-0.02440	8.98564
22.03123	8.21223	-0.01992	-0.01855	0.63097
23.69043	4.78523	-0.01451	-0.01393	-3.61131
20.78830	2.42264	-0.01072	-0.01051	-5.01847
16.16116	1.11697	-0.00831	-0.00824	-4.85884
11.48484	0.50828	-0.00685	-0.00682	-3.96877
17.56327	0.35064	-0.00602	-0.00601	-2.88954
4.64542	0.44686	-0.00559	-0.00556	-1.92577
2.69186	0.53730	-0.00529	-0.00526	-1.07053
1.56935	0.71155	-0.00512	-0.00509	-0.42439
1.10044	0.86176	-0.00498	-0.00494	0.04149
-1.02180	-1.26075	-0.00483	-0.00483	0.02859

ПРОГИБЫ ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ
 сум. м

0.07712	0.07712	0.07712	0.07712	1.62792
-0.00563	-0.00563	-0.00563	-0.00563	1.25642
-0.00519	-0.00519	-0.00519	-0.00519	2.62263
-0.00500	-0.00500	-0.00500	-0.00500	4.12331
-0.00504	-0.00504	-0.00504	-0.00504	5.62476
-0.00565	-0.00565	-0.00565	-0.00565	7.12639
-0.00709	-0.00709	-0.00709	-0.00709	8.62746
-0.00975	-0.00975	-0.00975	-0.00975	9.63792
-0.01413	-0.01413	-0.01413	-0.01413	6.99065
-0.02072	-0.02072	-0.02072	-0.02072	-1.38872
-0.02972	-0.02972	-0.02972	-0.02972	-17.70158
-0.04120	-0.04120	-0.04120	-0.04120	-44.46240
-0.04730	-0.04730	-0.04730	-0.04730	-22.21564
-0.05301	-0.05301	-0.05301	-0.05301	-44.94543
-0.04911	-0.04911	-0.04911	-0.04911	16.25525
-0.04301	-0.04301	-0.04301	-0.04301	42.41805
-0.03565	-0.03565	-0.03565	-0.03565	22.45494
-0.02895	-0.02895	-0.02895	-0.02895	8.64938
-0.02419	-0.02419	-0.02419	-0.02419	-0.71014
-0.02190	-0.02190	-0.02190	-0.02190	-8.16080
-0.02202	-0.02202	-0.02202	-0.02202	-16.25031
-0.02415	-0.02415	-0.02415	-0.02415	-27.13849
-0.02732	-0.02732	-0.02732	-0.02732	-11.76561
-0.03028	-0.03028	-0.03028	-0.03028	0.23660
-0.03235	-0.03235	-0.03235	-0.03235	8.92996
-0.02739	-0.02739	-0.02739	-0.02739	23.29199
-0.02440	-0.02440	-0.02440	-0.02440	8.98564
-0.01855	-0.01855	-0.01855	-0.01855	0.63097
-0.01393	-0.01393	-0.01393	-0.01393	-3.61131
-0.01051	-0.01051	-0.01051	-0.01051	-5.01847
-0.00824	-0.00824	-0.00824	-0.00824	-4.85884
-0.00682	-0.00682	-0.00682	-0.00682	-3.96877
-0.00601	-0.00601	-0.00601	-0.00601	-2.88954
-0.00556	-0.00556	-0.00556	-0.00556	-1.92577
-0.00526	-0.00526	-0.00526	-0.00526	-1.07053
-0.00509	-0.00509	-0.00509	-0.00509	-0.42439
-0.00494	-0.00494	-0.00494	-0.00494	0.04149
-0.00483	-0.00483	-0.00483	-0.00483	0.02859

$\alpha = 0,046$

$E_c = 176 \text{ МПа}$

$D = 0,8$

$\gamma = 17,5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$

$\varphi = 32^\circ$

$h_s = 0,05 \text{ м}$

$b = 1,2$

продолжение

Нагрузка по

к-35 Схема 2

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ, РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРОГИБЫ

х / 0 КНМ	х / 0 КПа	СУМ. М
0.40399	0.06441	0.07672
1.52690	-1.03121	0.00541
3.13988	-0.24628	0.00495
5.56726	0.00023	0.00470
7.38429	0.00059	0.00469
14.70228	0.00073	0.00518
21.52135	0.00043	0.00652
29.69022	-0.33544	0.00894
38.08592	-2.15882	0.01317
43.59789	-5.09748	0.01975
40.74898	-9.54145	0.02944
21.48193	-15.64663	0.04262
7.54140	-17.79037	0.04943
-32.24945	-21.12755	0.05716
-36.35060	-18.60583	0.05199
-19.68161	-15.50499	0.04457
10.26198	-11.71842	0.03600
33.58241	-8.27628	0.02858
43.04706	-5.65346	0.02347
42.83418	-4.85547	0.02114
34.74863	-5.26333	0.02144
18.17616	-6.81201	0.02389
-1.94213	-8.99172	0.02762
-14.13010	-10.91406	0.03106
-14.51653	-12.95565	0.03384
-4.27292	-9.55123	0.02784
11.61605	-8.73112	0.02467
21.92027	-5.39656	0.01824
23.54068	-3.10801	0.01337
20.71954	-1.58953	0.00992
16.20203	-0.81543	0.00775
11.58778	0.32911	0.00629
7.69845	-0.24691	0.00554
4.82007	-0.26559	0.00511
2.91230	-0.39776	0.00492
1.82949	-0.43843	0.00472
1.38791	-0.63540	0.00470
1.30989	-0.81484	0.00457

ПРОГИБЫ
УЩР М

0.07669	0.07669
-0.00537	-0.00537
-0.00495	-0.00495
-0.00470	-0.00470
-0.00469	-0.00469
-0.00518	-0.00518
-0.00652	-0.00652
-0.00892	-0.00892
-0.01300	-0.01300
-0.01914	-0.01914
-0.02774	-0.02774
-0.03859	-0.03859
-0.04411	-0.04411
-0.04986	-0.04986
-0.04614	-0.04614
-0.04039	-0.04039
-0.03345	-0.03345
-0.02715	-0.02715
-0.02264	-0.02264
-0.02052	-0.02052
-0.02076	-0.02076
-0.02291	-0.02291
-0.02612	-0.02612
-0.02901	-0.02901
-0.03119	-0.03119
-0.02623	-0.02623
-0.02336	-0.02336
-0.01765	-0.01765
-0.01312	-0.01312
-0.00982	-0.00982
-0.00771	-0.00771
-0.00628	-0.00628
-0.00553	-0.00553
-0.00510	-0.00510
-0.00491	-0.00491
-0.00471	-0.00471
-0.00468	-0.00468
-0.00455	-0.00455

ПЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ
х / 0 КН

1.61595	1.61595
1.25976	1.25976
2.31646	2.31646
3.81686	3.81686
5.31793	5.31793
6.81924	6.81924
8.32002	8.32002
9.21623	9.21623
6.83035	6.83035
-0.84511	-0.84511
-16.51971	-16.51971
-43.18364	-43.18364
-21.20631	-21.20631
-5.23590	-5.23590
15.27361	15.27361
41.36464	41.36464
21.77150	21.77150
8.37421	8.37421
-0.66201	-0.66201
-7.90185	-7.90185
-15.87583	-15.87583
-26.63744	-26.63744
-11.32253	-11.32253
0.53218	0.53218
8.71202	8.71202
23.01982	23.01982
8.80380	8.80380
0.58999	0.58999
-3.50443	-3.50443
-4.86558	-4.86558
-4.83335	-4.83335
-3.92576	-3.92576
-2.87020	-2.87020
-1.84827	-1.84827
-1.06424	-1.06424
-0.35342	-0.35342
0.00286	0.00286
0.03614	0.03614

$\varphi = 32^\circ$
 $\gamma = 1.75 \frac{\text{КЧ}}{\text{МЗ}}$
 $\delta = 0.6$
 $E_0 = 129 \text{ МПа}$
 $\alpha = 0.034$

$h = 0.65 \text{ м}$
 $B = 1.8 \text{ м}$

ПРОДОЛЖЕНИЕ
 Нагрузка по

К-35 Схема 2

$\varphi = 32^\circ$
 $\gamma = 17,5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$
 $\delta = 0,8$
 $E_0 = 217 \text{ МПа}$
 $\alpha = 0,057$

Нагрузка по
 К-35 Схема 2

ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

$X \text{ / } 10 \text{ кН}$
 1. 75914
 0. 25894
 0. 93443
 1. 99198
 3. 30108
 4. 80133
 6. 30170
 7. 72825
 7. 15824
 2. 67356
 -9. 17925
 -32. 09503
 -19. 99281
 -6. 61577
 10. 93805
 35. 24731
 16. 05315
 4. 58908
 -1. 95389
 -6. 99932
 -13. 53123
 -23. 77751
 -8. 46449
 3. 94717
 17. 67856
 11. 38443
 4. 08123
 -0. 79000
 -2. 88707
 -3. 23130
 -2. 71819
 -1. 99135
 -1. 20036
 -0. 70614
 -0. 34131
 -0. 01885
 0. 15147
 0. 01172

ПРОГИБЫ

см. м
 -0. 00355
 -0. 00259
 -0. 00285
 -0. 00309
 -0. 00326
 -0. 00343
 -0. 00387
 -0. 00480
 -0. 00661
 -0. 00958
 -0. 01425
 -0. 02054
 -0. 02828
 -0. 02893
 -0. 02713
 -0. 02364
 -0. 01901
 -0. 01481
 -0. 01197
 -0. 01085
 -0. 01131
 -0. 01294
 -0. 01495
 -0. 01634
 -0. 01655
 -0. 02216
 -0. 01170
 -0. 00880
 -0. 00665
 -0. 00517
 -0. 00424
 -0. 00372
 -0. 00339
 -0. 00326
 -0. 00313
 -0. 00300
 -0. 00290
 -0. 00279

ДАВЛЕНИЕ

кПа
 -0. 00359
 -0. 00259
 -0. 00285
 -0. 00310
 -0. 00327
 -0. 00343
 -0. 00387
 -0. 00480
 -0. 00666
 -0. 00980
 -0. 01500
 -0. 02261
 -0. 03356
 -0. 03413
 -0. 03143
 -0. 02660
 -0. 02061
 -0. 01557
 -0. 01234
 -0. 01112
 -0. 01166
 -0. 01353
 -0. 01591
 -0. 01760
 -0. 01774
 -0. 02582
 -0. 01210
 -0. 00902
 -0. 00674
 -0. 00520
 -0. 00425
 -0. 00373
 -0. 00340
 -0. 00328
 -0. 00315
 -0. 00301
 -0. 00291
 -0. 00281

РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ

кПа
 -1. 81063
 0. 00011
 -0. 17035
 -0. 24580
 -0. 10606
 0. 00014
 0. 00020
 -0. 04080
 -1. 15001
 -3. 32482
 -7. 41823
 -13. 56433
 -23. 27655
 -22. 56031
 -20. 24788
 -16. 49486
 -11. 49676
 -7. 20226
 -4. 46832
 -3. 63635
 -4. 46217
 -6. 52572
 -8. 99277
 -10. 60463
 -9. 87146
 -20. 99673
 -4. 89067
 -3. 53058
 -1. 99837
 -1. 02457
 -0. 54827
 -0. 42953
 -0. 39389
 -0. 55877
 -0. 63065
 -0. 65419
 -0. 73871
 -0. 91097

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ

кНм
 -0. 43978
 -1. 38409
 -1. 71974
 -0. 81926
 1. 23560
 4. 58447
 9. 38583
 15. 66907
 22. 89813
 29. 07771
 29. 90926
 17. 96423
 -5. 37629
 -25. 05042
 -30. 62199
 -17. 99512
 6. 37632
 24. 36201
 30. 18135
 28. 60185
 21. 23096
 6. 77122
 -10. 61641
 -19. 80624
 -15. 52913
 -2. 85696
 8. 27520
 12. 96417
 12. 86744
 10. 41885
 7. 40196
 4. 73729
 2. 76179
 1. 48775
 0. 74870
 0. 39722
 0. 33954
 0. 41413

ПРОДОЛЖЕНИЕ

ПРОДОЛЖЕНИЕ

$\varphi = 34^\circ$

$h_s = 0,65$

$\gamma = 1,75 \frac{кН}{м^3}$

$\beta = 1,2$

$\phi = 0,6$

Нагрузка по

$E_c = 136 МПа$

К-35 Схема 2

$\alpha = 0,036$

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ x 10 кН/м	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ x 10 кПа	СУМ. М	ПРОГИБЫ ПЕРЕРЕЗЬВАЮЩИЕ СИЛЫ см. м	x 10 кН
0,39991	0,8394	0,07649	0,07646	1,59965
1,68410	0,98848	-0,00674	-0,00671	1,93746
3,90002	0,04029	-0,00054	-0,00054	3,38911
7,30134	0,00038	-0,00062	-0,00062	4,88957
12,19101	0,00072	-0,00702	-0,00702	6,39043
18,58139	0,00066	-0,00310	-0,00810	7,89123
20,47246	0,00010	-0,01022	-0,01022	9,39135
35,43785	1,41972	-0,01382	-0,01371	9,18769
43,78989	4,20518	-0,01966	-0,01919	5,64147
48,13956	8,51120	-0,02339	-0,02701	3,07197
43,19139	14,76511	-0,04102	-0,03757	19,29008
21,41536	23,05156	-0,05310	-0,05046	45,45197
11,88446	26,31105	-0,06798	-0,05778	23,02524
36,02264	30,00417	-0,07657	-0,06347	5,03024
40,03964	26,62666	-0,06781	-0,05921	17,01776
21,81818	22,61427	-0,06040	-0,05261	43,88063
10,43219	17,63173	-0,04759	-0,04460	24,22255
36,02017	13,08032	-0,04032	-0,03732	10,02617
47,05225	9,72720	-0,03381	-0,03193	0,14647
47,32942	8,31527	-0,03072	-0,02926	8,62479
38,61974	8,59846	-0,03060	-0,02909	17,44293
20,58824	10,56056	-0,03320	-0,03120	28,61560
1,31117	13,17311	-0,03715	-0,03436	12,92332
14,96544	15,61035	-0,04099	-0,03734	0,15575
15,91758	18,26334	-0,04410	-0,03950	9,42825
5,30232	14,30658	-0,03754	-0,03448	23,76036
11,42423	12,75256	-0,03286	-0,03047	9,95729
22,74759	8,19855	-0,02488	-0,02372	1,61903
25,32495	5,00441	-0,01374	-0,01820	2,88626
23,10677	2,77709	-0,01424	-0,01401	4,71877
18,78438	1,45613	-0,01119	-0,01110	4,96613
14,03815	0,72355	-0,00919	-0,00915	4,33438
9,76582	0,51553	-0,00802	-0,00799	3,145301
6,33424	0,44449	-0,00725	-0,00724	2,48640
3,83372	0,49113	-0,00677	-0,00675	1,57576
2,23316	0,57665	-0,00644	-0,00642	0,76774
1,41004	0,75750	-0,00625	-0,00622	0,17685
1,11761	1,07744	-0,00606	-0,00603	0,03023

$\varphi = 34^\circ$

$h = 0,65 \text{ м}$

$\gamma = 1,75 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$

$B = 1,2 \text{ м}$

$\delta = 0,8$

$E_0 = 230 \text{ МПа}$

Нагрузка по

к-35 Схема 2

$\alpha = 0,06$

ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

ПРОГИБЫ	Учр. м	Учр. м
-0,00705	-0,00705	-6,71506
0,05209	0,05209	-5,09943
0,04110	0,04110	-3,50699
0,03073	0,03073	-1,93563
0,02119	0,02119	-0,38338
0,01259	0,01259	1,15175
0,00494	0,00494	2,67124
-0,00182	-0,00182	14,80243
-0,00792	-0,00792	15,30434
-0,01407	-0,01407	8,54526
-0,02107	-0,02107	-5,99171
-0,02932	-0,02932	-28,05313
-0,04671	-0,04671	-25,44807
-0,03969	-0,03969	-6,47958
-0,03727	-0,03727	13,88206
-0,03273	-0,03273	39,31424
-0,02695	-0,02695	19,26146
-0,02165	-0,02165	5,90912
-0,01794	-0,01794	-2,82448
-0,01618	-0,01618	-9,67934
-0,01628	-0,01628	-17,42104
-0,01761	-0,01761	-27,70241
-0,01932	-0,01932	-10,90054
-0,02004	-0,02004	5,15916
-0,01915	-0,01915	27,94482
-0,04068	-0,04068	5,35072
-0,01429	-0,01429	4,13680
-0,01135	-0,01135	0,29471
-0,00904	-0,00904	-1,76768
-0,00730	-0,00730	-2,39187
-0,00611	-0,00611	2,15300
-0,00543	-0,00543	-1,78843
-0,00490	-0,00490	-1,17766
-0,00466	-0,00466	-0,80115
-0,00446	-0,00446	-0,54521
-0,00434	-0,00434	-0,64468
-0,00392	-0,00392	-0,27325
-0,00362	-0,00362	0,00123

СУМ. М

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ	ПРОГИБЫ
-1,67877	-6,86589	-0,00737
-6,31115	0,09636	0,05213
-11,41638	0,07703	0,04112
-14,92863	0,05947	0,03074
-16,86903	0,04354	0,02120
-17,25667	0,02928	0,01259
-16,10884	0,01624	0,00494
-10,78467	8,85933	-0,00193
1,11043	-0,83174	0,00796
14,59951	-6,88257	-0,01471
21,20030	-13,36415	-0,02303
13,32745	-19,63452	-0,03352
-8,55906	-42,82912	-0,06425
-29,91628	-29,19292	-0,04877
-36,04761	-28,03195	-0,04537
-20,89795	-23,80652	-0,03858
7,04503	-17,96065	-0,03043
27,98160	-12,57695	-0,02350
35,04538	-8,52800	-0,01897
32,69057	-6,96238	-0,01693
22,78954	7,70142	-0,01712
4,73372	-9,81781	-0,01879
-16,19775	-12,24845	-0,02096
-27,28394	-12,86691	-0,02183
-20,44331	-7,26195	-0,02008
-3,84349	-45,07341	-0,05708
6,85176	-2,26160	-0,01450
10,33173	-4,45175	-0,01169
11,07157	-2,96865	-0,00922
9,66327	-1,77016	-0,00738
7,48715	-1,03095	-0,00615
5,36548	-0,94619	-0,00546
3,63861	-0,74103	-0,00492
2,40216	-0,93624	-0,00468
1,57112	-1,03671	-0,00449
0,93703	-1,33290	-0,00437
0,40936	-0,94048	-0,00394
0,11290	-1,02126	-0,00365

Исходные данные

$\varphi = 34^\circ$
 $\gamma = 17,5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$
 $\lambda = 0,6$
 $E_0 = 170 \text{ МПа}$
 $\alpha = 0,044$

$h = 0,65 \text{ м}$
 $B = 1,8 \text{ м}$

Приложение 2
продолжение

Нагрузка по
к-35 Схема 2

ПЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ $\times 10 \text{ кНм}$	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ $\times 10 \text{ кПа}$	ПРОГИБЫ сум. м	ПРОГИБЫ $\varphi_{\text{ср.}}$ м	ПЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ $\times 10 \text{ кН}$
-0,62156	-2,21458	-0,00491	-0,00486	-2,48624
-2,11078	0,00101	-0,00241	-0,00241	-0,98442
-2,87740	0,48501	-0,00304	-0,00303	1,38860
-1,68369	0,05193	-0,00359	-0,00359	2,98207
1,28978	0,03283	-0,00400	-0,00400	4,54116
5,81621	0,00009	-0,00444	-0,00444	6,04133
11,85750	0,00003	-0,00521	-0,00521	7,54137
19,21526	-0,40779	-0,00661	-0,00660	8,30698
26,98199	-1,60851	-0,00912	-0,00905	6,91166
32,83183	-3,96807	-0,01323	-0,01299	1,26914
32,37375	-7,80631	-0,01938	-0,01869	-11,28221
18,54851	-13,45752	-0,02798	-0,02626	-34,00572
-6,82407	-23,43942	-0,04051	-0,03616	-22,19667
-28,09187	-21,37523	-0,03976	-0,03587	-6,67207
-33,88698	-19,42647	-0,03709	-0,03379	12,36029
-19,98256	-15,99507	-0,03204	-0,02969	37,56918
6,46929	-11,53347	-0,02571	-0,02435	18,30894
26,52034	-7,66212	-0,02019	-0,01949	6,01714
33,66338	-5,16005	-0,01650	-0,01611	-1,77096
32,29497	-4,26548	-0,01493	-0,01463	-7,94881
24,07776	-4,86229	-0,01531	-0,01497	-15,20093
8,10064	-6,58687	-0,01717	-0,01665	-25,35730
-10,89963	-8,68260	-0,01958	-0,01880	-9,68597
-21,17792	-9,99895	-0,02124	-0,02026	3,81592
-16,96680	-9,12054	-0,02136	-0,02047	18,89896
-3,52039	-21,23759	-0,03152	-0,02845	12,17130
8,52026	-4,86052	-0,01532	-0,01498	4,92237
13,07339	-3,68136	-0,01163	-0,01143	-0,20409
14,64397	-2,18187	-0,00884	-0,00875	-2,63145
12,21808	-1,28045	-0,00694	-0,00690	-3,43626
9,06977	-0,64094	-0,00559	-0,00557	-3,08996
6,06737	-0,44667	-0,00482	-0,00481	-2,39396
3,68230	-0,41410	-0,00437	-0,00436	-1,63934
2,02322	-0,47115	-0,00411	-0,00410	-0,98740
0,99428	-0,56327	-0,00395	-0,00394	-0,50129
0,45638	-0,64449	-0,00382	-0,00381	-0,16138
0,27537	-0,68750	-0,00367	-0,00366	0,10113
0,09733	-0,82436	-0,00356	-0,00354	-0,00839

Исходные данные

$\varphi^0 = 34^0$
 $\gamma = 1,75 \frac{кН}{м^3}$

$h = 0,65 м$

$B = 1,8 м$

Приложение 2

продолжение

35

$\delta = 0,8$

$E_0 = 287 МПа$

$\alpha = 0,075$

Нагрузка по

к-35 Схема 2

ИПЕРЕПРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

кН
-1.25031
-0.12902
0.42783
1.15897
2.26710
3.86152
5.36200
6.86233
7.41414
3.93613
-6.92439
-29.99686
-17.59325
-6.30583
9.37454
32.60162
13.54016
3.14228
-2.11217
-5.95435
-11.62325
-21.77654
-7.27844
3.94490
16.60681
10.37560
3.25131
1.14817
-2.74613
-2.81458
-2.51981
-2.01536
-1.18554
-0.76649
-0.12547
0.57342
0.41745
0.02263

ПРОГИБЫ

мм
-0.00257
-0.00216
-0.00238
-0.00248
-0.00255
-0.00265
-0.00286
-0.00343
-0.00460
-0.00686
-0.01045
-0.01557
-0.02146
-0.02261
-0.02124
-0.01831
-0.01437
-0.01085
-0.00857
-0.00775
-0.00824
-0.00976
-0.01160
-0.01280
-0.01291
-0.01682
-0.00881
-0.00651
-0.00486
-0.00381
-0.00326
-0.00288
-0.00256
-0.00248
-0.00229
-0.00217
-0.00228
-0.00220

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРОГИБЫ

кНм	кПа	мм
-0.31258	1.52795	-0.00259
-0.96998	0.21040	-0.00216
-1.24011	0.52397	-0.00238
-0.76871	0.42715	-0.00248
0.48451	0.21770	-0.00255
2.87318	0.05246	-0.00265
6.71122	0.00027	-0.00286
12.07319	0.00018	-0.00343
18.69836	0.52677	-0.00461
25.10504	-2.76556	-0.00686
27.19553	-6.86696	-0.01045
17.21815	13.65138	-0.01674
-3.90969	-23.10910	-0.02434
-21.78198	-23.72922	-0.02574
-26.98954	-21.28868	-0.02384
-15.72837	-17.09607	-0.02007
6.30109	-11.42304	-0.01527
22.00714	-6.60994	-0.01123
26.43526	-3.75247	-0.00874
24.67613	-2.96788	-0.00787
18.26511	-3.98272	-0.00841
5.52096	-6.47405	-0.01009
-10.09294	-9.44551	-0.01219
-18.18979	-11.26481	-0.01359
-13.88327	-10.46561	-0.01364
-2.00206	-20.96179	-0.01885
8.15043	-4.79127	-0.00903
12.08288	-3.27749	-0.00662
11.63501	-1.72109	-0.00491
9.27146	-0.87136	-0.00383
6.54775	-0.66957	-0.00327
4.07998	-0.55308	-0.00288
2.14582	-0.37232	-0.00257
0.85770	-0.60053	-0.00248
0.14694	-0.42721	-0.00229
0.03557	-0.44506	-0.00217
0.39544	-0.91998	-0.00228
0.75134	-1.09268	-0.00221

Исходные данные
 $\varphi = 36^\circ$

$\gamma = 1.75 \frac{кН}{м^3}$

$\lambda = 0.6$

$E_0 = 180 \text{ МПа}$

$\alpha = 0.047$

$h_0 = 0.65 \text{ м}$

$B = 1.2 \text{ м}$

Приложение 2

36

продолжение

Нагрузка по

К-35 Схема 2

ПЕРЕПРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

Упр. м	$\times 10 \text{ кН}$
0.07793	1.63220
-0.00565	1.06355
-0.00529	2.09113
-0.00513	3.59148
-0.00518	5.09250
-0.00570	6.59381
-0.00700	8.09465
-0.00934	9.18426
-0.01330	7.02429
-0.01927	-0.41834
-0.02758	-15.89104
-0.03805	-42.86012
-0.04344	-20.74013
-0.04911	15.41042
-0.04562	14.80983
-0.04004	40.75204
-0.03330	21.18149
-0.02714	8.03273
-0.02276	-0.65730
-0.02074	-7.61383
-0.02100	15.41774
-0.02308	-26.14435
-0.02613	-10.85356
-0.02901	0.68105
-0.03100	8.23660
-0.02597	22.89436
-0.02330	8.40813
-0.01770	0.33997
-0.01330	-3.59297
-0.01011	-4.87259
-0.00799	-4.69765
-0.00662	-3.74800
-0.00590	-2.74696
-0.00544	-1.75910
-0.00520	-0.99537
-0.00502	-0.42135
-0.00482	0.08871
-0.00474	0.00567

ПРОГИБЫ

Упр. м	сум. м
0.07793	0.07797
-0.00565	-0.00570
-0.00529	-0.00530
-0.00513	-0.00513
-0.00518	-0.00518
-0.00570	-0.00570
-0.00700	-0.00700
-0.00934	-0.00936
-0.01330	-0.01348
-0.01927	-0.01991
-0.02758	-0.02937
-0.03805	-0.04238
-0.04344	-0.04906
-0.04911	-0.05703
-0.04562	-0.05192
-0.04004	-0.04453
-0.03330	-0.03603
-0.02714	-0.02365
-0.02276	-0.02363
-0.02074	-0.02139
-0.02100	-0.02172
-0.02308	-0.02414
-0.02613	-0.02775
-0.02901	-0.03126
-0.03100	-0.03391
-0.02597	-0.02764
-0.02330	-0.02472
-0.01770	-0.01333
-0.01330	-0.01356
-0.01011	-0.01022
-0.00799	-0.00303
-0.00662	-0.00663
-0.00590	-0.00591
-0.00544	-0.00545
-0.00520	-0.00521
-0.00502	-0.00504
-0.00482	-0.00483
-0.00474	-0.00477

РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРОГИБЫ

сум. м	$\times 10 \text{ кПа}$
0.07797	0.11017
-0.00570	-1.72388
-0.00530	-0.39368
-0.00513	0.00030
-0.00518	0.00085
-0.00570	0.00109
-0.00700	0.00070
-0.00936	-0.34199
-0.01348	-3.04998
-0.01991	-7.45219
-0.02937	-14.14390
-0.04238	-23.72426
-0.04906	-26.56667
-0.05703	-32.22523
-0.05192	-28.14980
-0.04453	-23.38148
-0.03603	-17.55879
-0.02365	-12.20730
-0.02363	-8.49169
-0.02139	-7.04711
-0.02172	-7.75326
-0.02414	-10.18885
-0.02775	-13.50768
-0.03126	-16.63782
-0.03391	-19.95370
-0.02764	-14.03520
-0.02472	-13.72187
-0.01333	-7.97346
-0.01356	-4.52745
-0.01022	-2.31636
-0.00303	-1.10421
-0.00663	-0.45863
-0.00591	-0.41580
-0.00545	-0.42678
-0.00521	-0.61356
-0.00504	-0.77165
-0.00483	-0.82495
-0.00477	-1.10169

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ

$\times 10 \text{ кН/м}$	$\times 10 \text{ кПа}$
0.40805	0.11017
1.49006	-1.72388
2.95264	-0.39368
5.16196	0.00030
8.75361	0.00085
13.84619	0.00109
20.43485	0.00070
28.43169	-0.34199
36.80354	-3.04998
42.50717	-7.45219
40.08129	-14.14390
21.31616	-23.72426
-9.27167	-26.56667
-31.70938	-32.22523
-35.89714	-28.14980
-19.65685	-23.38148
9.71698	-17.55879
32.50392	-12.20730
41.65137	-8.49169
41.42746	-7.04711
33.60181	-7.75326
17.45341	-10.18885
-2.18675	-13.50768
-13.97722	-16.63782
-14.29304	-19.95370
-4.28099	-14.03520
11.32751	-13.72187
21.33957	-7.97346
22.71371	-4.52745
19.78372	-2.31636
15.27517	-1.10421
10.77110	-0.45863
7.03597	-0.41580
6.28552	-0.42678
2.47046	-0.61356
1.42772	-0.77165
0.98994	-0.82495
0.54571	-1.10169

Исходные данные

$\varphi = 36^\circ$

$\gamma = 17,5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$

$\alpha = 0,8$

$E_0 = 305 \text{ МПа}$

$\alpha = 0,08$

$h_0 = 0,65 \text{ м}$

$b = 1,2 \text{ м}$

Приложение 2

продолжение

Нагрузка по

К-35

Схема 2

ПЕРЕПРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ $\times 10 \text{ кНм}$	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ $\times 10 \text{ кПа}$	СУМ. М	ПРОГИБЫ Ум. м	ПЕРЕПРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ $\times 10 \text{ кН}$
-0,35205	-2,42349	-0,00350	-0,00346	-1,40319
-1,04673	-0,04513	-0,00291	-0,00290	0,03766
-1,17721	-0,60562	-0,00319	-0,00318	0,81092
-0,32595	-0,47116	-0,00336	-0,00335	1,74553
1,49510	-0,21943	-0,00353	-0,00352	2,98222
4,54319	0,00015	-0,00373	-0,00373	4,48240
9,02562	0,00027	-0,00417	-0,00417	5,98273
14,99920	-0,03024	-0,00511	-0,00511	7,44643
22,00192	-1,50917	-0,00688	-0,00683	7,13544
28,14075	-4,83115	-0,01000	-0,00977	2,83806
29,19337	-10,78262	-0,01501	-0,01423	-8,60109
17,68423	-20,47612	-0,02263	-0,02040	-31,67244
5,12312	-34,67584	-0,03288	-0,02739	-19,28345
-24,33022	-34,42128	-0,03417	-0,02850	-6,58899
-29,83046	-30,79221	-0,03151	-0,02683	10,46036
-17,60213	-24,89893	-0,02661	-0,02342	34,58165
6,18303	-17,13721	-0,02064	-0,01893	15,51700
23,68471	-10,52156	-0,01567	-0,01488	4,39113
29,26672	-6,55188	-0,01258	-0,01218	-1,97113
27,70526	-5,18639	-0,01133	-0,01105	-6,69479
20,61044	-6,51990	-0,01187	-0,01150	-13,01868
6,60793	-9,79958	-0,01373	-0,01308	-23,27817
-10,34227	-13,72676	-0,01611	-0,01505	-8,25027
-19,38444	-16,34596	-0,01781	-0,01640	3,63457
-15,26967	-14,74485	-0,01787	-0,01660	17,44075
-2,85125	-31,48714	-0,02479	-0,02103	11,15617
8,17010	-6,53624	-0,01228	-0,01187	4,33268
12,96044	-5,40952	-0,00927	-0,00903	0,65874
13,02845	-2,98746	-0,00701	-0,00691	-2,74369
10,63705	-1,81367	-0,00558	-0,00553	-3,42008
7,50408	-0,85739	-0,00453	-0,00451	-2,94895
4,58057	-0,77210	-0,00398	-0,00396	-2,37547
2,35820	-0,26127	-0,00346	-0,00346	-1,18899
1,00744	-0,80121	-0,00340	-0,00339	-0,65044
0,33010	-0,89035	-0,00326	-0,00325	-0,21836
0,05373	-1,02235	-0,00317	-0,00315	-0,01767
0,00447	-0,92046	-0,00297	-0,00296	0,37778
0,27082	-1,55207	-0,00296	-0,00294	0,00809

Пример расчета.

Определение усилий в балках и деформации.

Необходимо на причальном сооружении из заанкерowanego шпунта заменить шпально-балочное основание рельсового пути, воспринимающего крановую нагрузку К-25, на основание из сборных железобетонных балок под нагрузку К-35.

Из архивных данных установлено, что засыпка пазухи и территория образована из среднезернистого песка со средним углом внутреннего трения $\varphi = 32^{\circ}35'$, сцеплением $C=1$ кПа и $\gamma = 19$ кН/м³.

Относительная плотность сложения песчаного грунта находилась в пределах от 0,6 до 0,85.

Уровень воды находится на 3,15 м ниже отметки территории.

Причал эксплуатируется 23 года.

Принимаем размеры балки: длина 12,5 м, ширина $B=1,2$ м и высота $h = 0,65$ м.

Нагрузка на грунтовое основание на уровне подошвы вдоль балки от веса грунта и железобетонного покрытия территории составляет $q = 15 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$

Приложение 3
продолжение

Определяем характеристики грунтового основания после 23 лет эксплуатации причала.

Согласно п. 1.2. определяем

$$\varphi_t = 32^\circ 35' + 0,06 \cdot 23 = 34^\circ 13'$$

$$C_t = 1 + 0,04 \cdot 23 = 1,9 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

Определяем средневзвешенное значение $\gamma_{взв}$.

$$\gamma_{взв} = \frac{\gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2}{2b} = \frac{19 \cdot 2,0 + 10 \cdot 0,4}{2 \cdot 1,2} = 17,5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$$

Принимаем для расчета следующие значения характеристик основания грунта.

$$\varphi = 34^\circ; C = 2 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \quad \gamma = 17,5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$$

$$D = 0,6 \text{ и } q = 15 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

Статический расчет балок на грунтовом основании проводим по программе (см. приложение I) на принятые характеристики основания и размеры балки. Некоторые результаты расчетов приведены в табл. приложения.

В соответствии РД 31.31.37-78 принимает нагрузку на рельсовый путь по схеме К-35. Собственный погонный вес конструкции составляет $15 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$

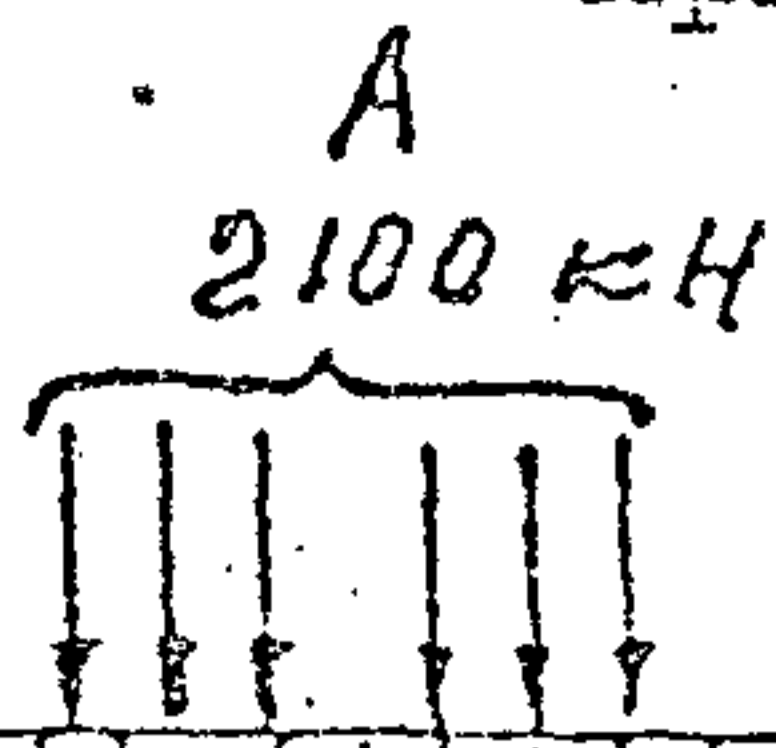
В соответствии с п. 3.7 наибольшие нормативные изгибающие моменты в балках находятся при расположении наибольшей нагрузки от ноги крана посередине длины балки и при расположении нагрузки по концам балки.

Наибольшие значения усилий, перерезывающих сил, давлений и деформаций выбираем из таблицы (приложение 2), в которых приведены результаты расчетов. Эпюры изгибающих моментов и деформаций приведены на рис. 6.

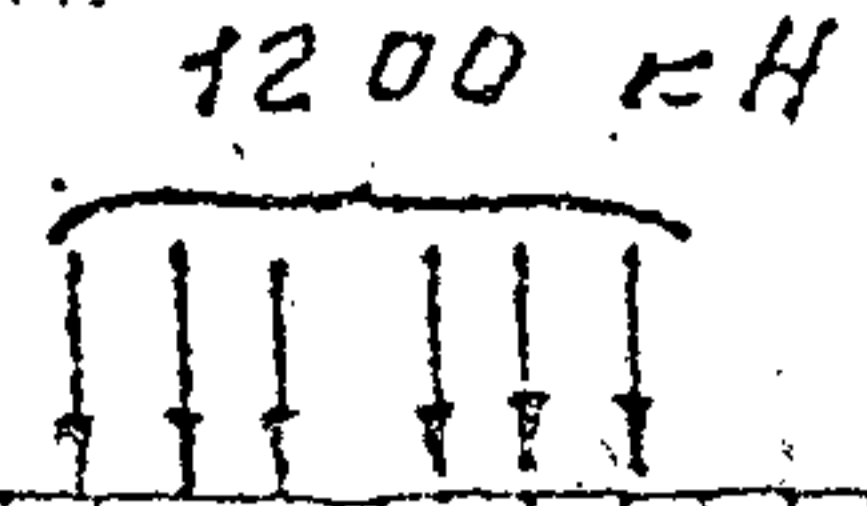
$$M_{max} = -783,5 \text{ кНм}, \quad M_{max} = +481,4 \text{ кНм},$$

$$R_{max} = 300 \text{ кПа}, \quad Q_{max} = 454,5 \text{ кН}.$$

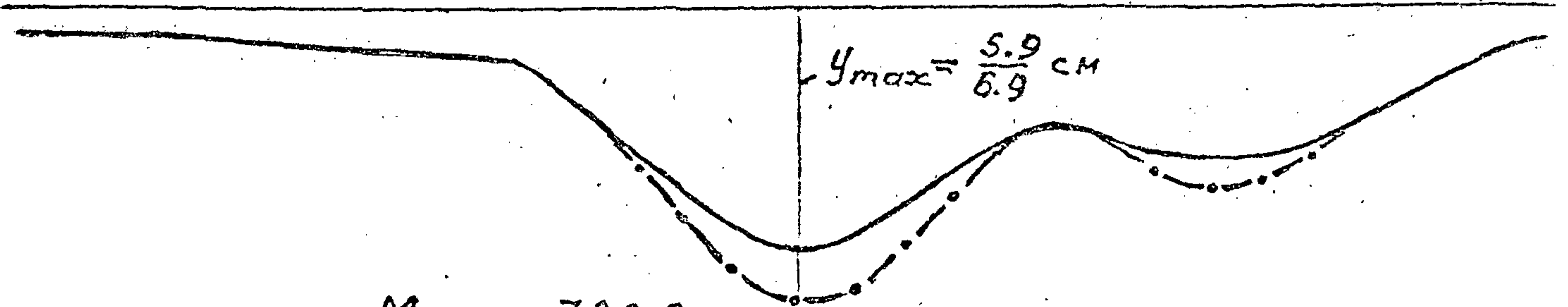
Схема I



продолжение Г



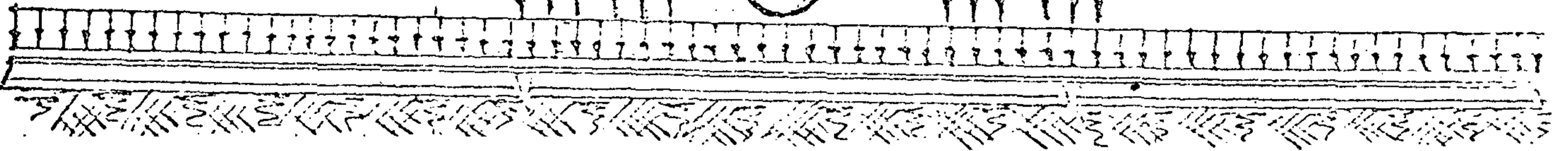
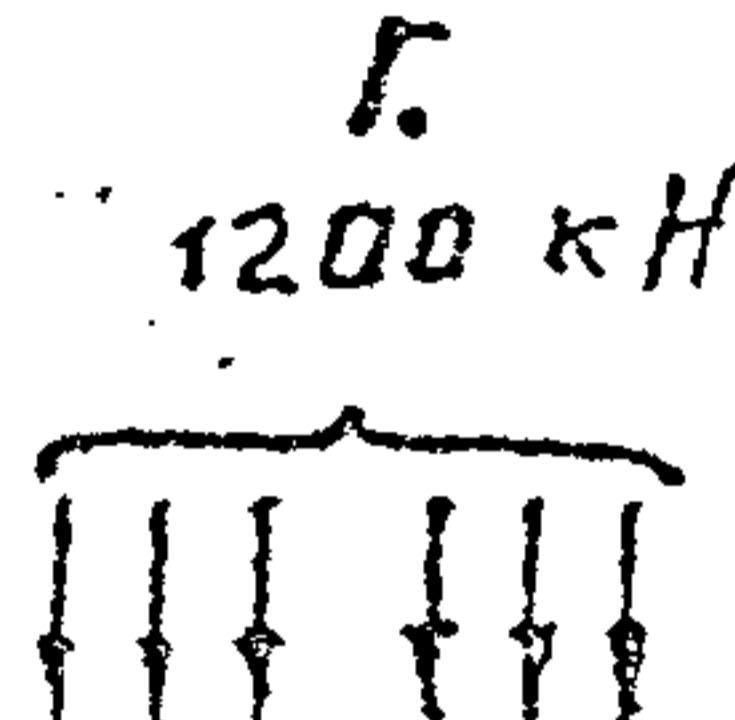
У см



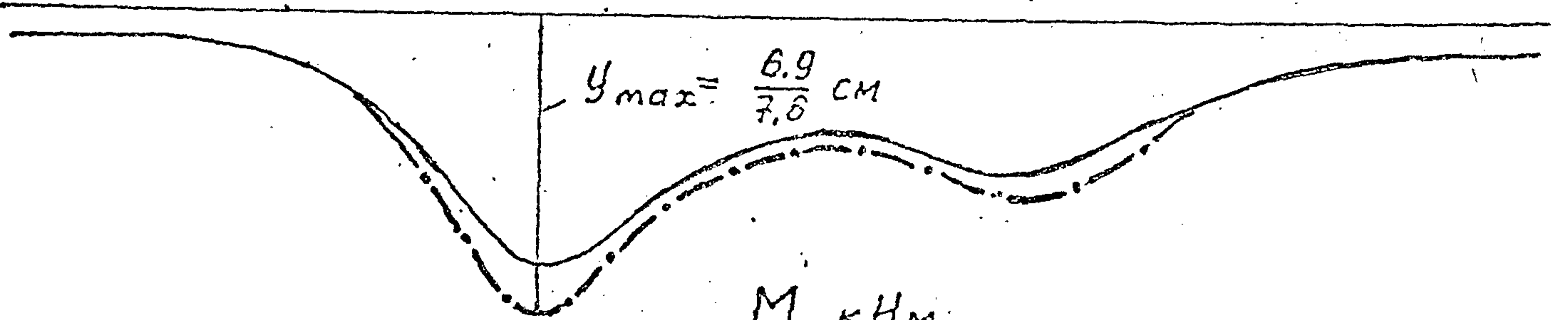
$M_{max} = 783.6$

М кНм

Схема 2



У см



$M_{max} = 481.4$

М кНм

Рис. 6

$$y_{\max}^{\text{общ.}} = 0,076 \text{ м}, \quad y_{\max}^{\text{упр.}} = 0,063 \text{ м.}$$

Расчетное значение изгибающих моментов в балке определяем в соответствии с указанием п. 2.8.

Изгибающий момент растягивающий нижнюю грань балки

$$M_{\text{расх.}} = -m \cdot M_{\max} = -1,25 \cdot 783,6 = -979,5 \text{ кНм}$$

Изгибающий момент растягивающий верхнюю грань балки.

$$M_{\text{расч.}} = +m \cdot M_{\max} = 1,0 \cdot 481,4 = +481,4 \text{ кНм}$$

Определяем наибольший уклон рельсового пути.

$$i = \frac{y_{\max}^{\text{упр.}} - y^{\text{упр.}}}{\Delta} < [i]$$

где $y_{\max}^{\text{упр.}}$ — наибольшая упругая осадка пути, м.

$y^{\text{упр.}}$ — упругая осадка на расстоянии Δ от наибольшей осадки, м.

Δ — расстояние между осями ног крана вдоль пути, м.

$$i = \frac{0,063 \text{ м} - 0,037 \text{ м}}{10,5 \text{ м}} = 0,0025 < 0,005$$

Уклон меньше нормативного значения. Высоту балки можно уменьшить.

Определяем усилия, действующие в поперечном направлении балки в соответствии с п. 2.II.

Берем сечение балки, в котором действует наибольшее реактивное давление R_{\max} , полученное при расчете балки вдоль ее длины.

Принимаем равномерное распределение реакции грунта в поперечном сечении балки с ординатой R_{\max} кПа.

От этой эпюры определяем изгибающий момент и перерезывающую силу для сечения, в котором полка балки примыкает к ребру.

$$M_{\max}^H = -300 \cdot 1 \cdot 0,45 \cdot 0,5 \cdot 0,45 = -30,4 \text{ кНм на } 1 \text{ пог. м.}$$

$$Q_{\max} = 300 \cdot 1 \cdot 0,45 = 135 \text{ кН.}$$

Расчетный изгибающий момент M^P в соответствии с п.2.13 определены по формуле:

$$M^P_{max} = m \cdot M''_{max}, \text{ кН}\cdot\text{м},$$

где $m = 1,25 - 0,35 \bar{R}$

В соответствии с п. 1.3 определяем $\bar{R} = \frac{R}{[R]}$,

$$[R] = A \cdot b \cdot \gamma + B \cdot q + D \cdot C = 890,4 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2},$$

$$\bar{R} = \frac{300}{890,4} = 0,34$$

$$m = 1,25 - 0,35 \cdot 0,34 = 1,13$$

$$M^P_{max} = (-1,13) \cdot 30,4 \text{ кН}\cdot\text{м} = -34,4 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Определение наибольших остаточных деформаций.

Перед сдачей путей в эксплуатацию проводят обкатку их кранами. Для этого случая остаточные деформации определяют от веса крана при отсутствии пригрузки основания около балок.

Расчетами определены остаточные деформации от первого нагружения $U_{необр} = 0,8 \text{ см}.$

После 30 проходов крана остаточные осадки составят

$$U_{необр}^{n=30} = n \cdot U_{необр}^{n=1} = 1,5 \cdot 0,8 \text{ см} = 1,2 \text{ см}$$

В процессе эксплуатации под нагрузкой К-35 остаточные деформации должны составить:

$$U_{необр}^{n=30} = 1,5 (U_{общ} - U_{упр}) = 1,5 (7,6 - 6,3) = 1,95 \text{ см}.$$

но из этого значения $U_{необр}$ необходимо вычесть осадки, проявившиеся при обкатке рельсовых путей.

Тогда при эксплуатации следует ожидать необратимые осадки равные $U_{необр} = 1,95 \text{ см} - 1,2 \text{ см} = 0,75 \text{ см}.$

Содержание

	стр
1. Характеристики грунтового основания	2
2. Расчёт конструкций	5
3. Конструирование и подготовка основания	10
ПРИЛОЖЕНИЕ I / обязательное /	
Нормативные характеристики грунтового основания, образованного при строительстве	15
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 / рекомендуемое /	
Примеры расчёта сборных конструкций балок, выполненных по комбинированной модели основания	16
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 / справочное /	
Пример расчёта . Определение усилий в балках и деформации	38