Р У К О В О Д С Т В О
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОСНОВАНИЙ ПОД РЕЛЬСОВЫЕ ПУТИ КРАНОВ И ПЕРЕГРУЖАТЕЛЕЙ ИЗ СБОРНЫХ БАЛОК, УЛОЖЕННЫХ НА ГРУНТ

РД 31.31.49 - 88

Москва 1988 г.

gost.e-ecolog.ru

Разработано Союзморниипроектом

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 Главморречстроя
Минтранстроя - Д.Ф. Черевач

РУКОВОДСТВО ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОСНОВАНИЙ ПОД РЕЛЬСОВЫЕ ПУТИ КРАНОВ И ПЕРЕГРУЖАТЕЛЕЙ ИЗ СБОРНЫХ 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 портальных кранов и перегружателей.

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

I. Характеристики грунтового основания

I.1 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 определять по результатам изысканий на объекте реконструкции.

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

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

$$C_t = C_0 + K \cdot t \text{ , } \frac{кН}{м^2} \qquad (2)$$

где t – количество лет прошедших после образования грунтового основания,

φ_o и C_o – 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 К=0,004 и мелкой n=0,04 и К=0,005

I.3. Ме анические 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:

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

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 $D = \frac{\varepsilon_p - \varepsilon_e}{\varepsilon_p - \varepsilon_n}$

для вновь образованного основания принимают D =0,5

I.3.I. Осадку штампа в момент достижения предельной несущей способности грунтового основания определяют по формуле:

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

где: В – ширина штампа, м.

I.3.2. Предельную несущую способность грунтового основания определяют в соответствии со СНиП 2.02.01-83 по формуле:

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

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

$$A = \lambda_\gamma \cdot n_\gamma;\ \lambda_\gamma = 0.9(\lambda_q - 1) \cdot tg\,\varphi;$$
$$B = \lambda_q \cdot n_q;\ \lambda_q = e^{\pi \cdot tg\,\varphi} \cdot tg^2\varphi\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right);$$
$$Д = \lambda_c \cdot n_c;\ \lambda_c = (\lambda_q - 1) \cdot ctg\,\varphi;$$
$$n_\gamma = 1 - \frac{0.25b}{\ell};\ n_q = 1 + \frac{1.5b}{\ell};\ n_c = 1 + \frac{0.3b}{\ell}$$

b – ширина подошвы балки, м.

ℓ – 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, $\frac{кН}{м^2}$,

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

I.3.3. В соответствии с зависимостью (3) модуль упругости грунтового основания на уровне подошвы балки определяют по формуле

$$E_o = 0.08\,(1 - \mu_o^2) \cdot [K] \cdot b \frac{[(2.5 - D) - \bar{R}_o]^2}{(2.5 - D)(1.5 - D)},\ МПа, \qquad (6)$$

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

b – ширина балки, м;

$\bar{R}_o = \frac{R_o}{[R]}$ – относительная величина напряжения, при которой определяется модуль упругости Ео. Принимают R_o равным напряжению, передаваемому на основание от собственной массы конструкции;

μ – 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 $\mathcal{D} < 0{,}85$ 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 $\mathcal{D} \geq 0{,}85$ допускается использовать расчетные модели основания в виде упругого полупространства с определением Ео по формуле (6) или по гипотезе коэффициента постели, при значении

$$K_n = \frac{E_o}{\delta}, \ \frac{кН}{м^3}. \qquad (7)$$

Грунтовое основание в расчетах принимают однородным.

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

$$y^{к}_{необр.} = y^{к}_{упр}\,(n_к - 1),\ м \qquad (8)$$

где $y^{к}$ необр- необратимая информация основания в точке "К",м;

$y^{к}$ упр - упругая деформация по расчету в точке "К",м;

$n_к$- коэффициент, определяемый по формуле:

$$n_к = \frac{2{,}5 - D - \bar{R}_о}{2{,}5 - D - \bar{R}_к} \qquad (9)$$

$\bar{R}_к$- относительное давление на основание в точке "К".

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

2,8. Расчетные значения изгибающих моментов,растягивающих нижнюю часть балки,определяют умножением нормативного значения на коэффициент условий работы m=I,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=I,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 $y_о$ следует умножить на величину Ку, опрелеляем по графику (рис. 2) по значениям отношения жесткости стыка к

Схема I

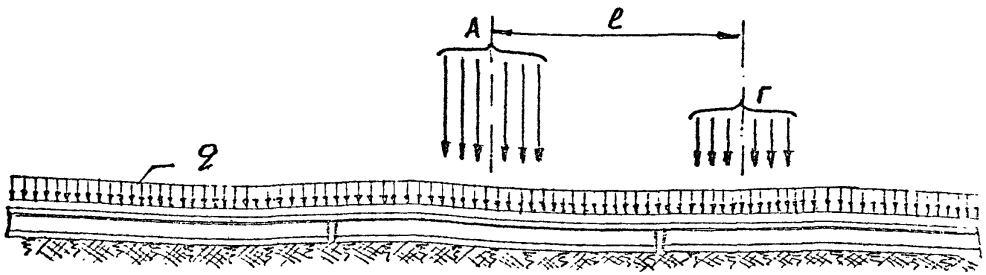


Схема 2

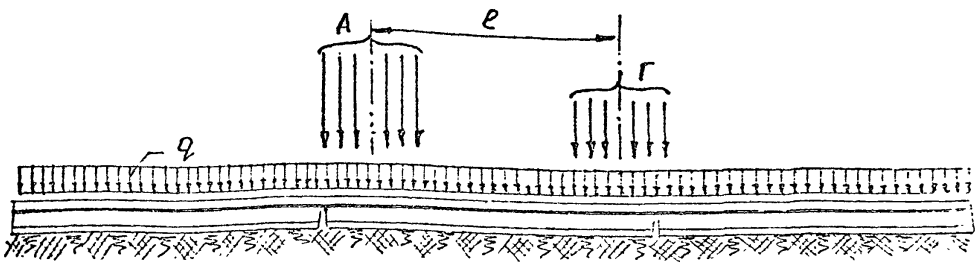


Рис. I. Схемы нагрузок от крана

ℓ – расстояние между осями ног крана, м,

А,Г – нагрузки на ноги крана, определяемые по РД 3I.3I.37-78,

q – собственный вес конструкции, кН/м.

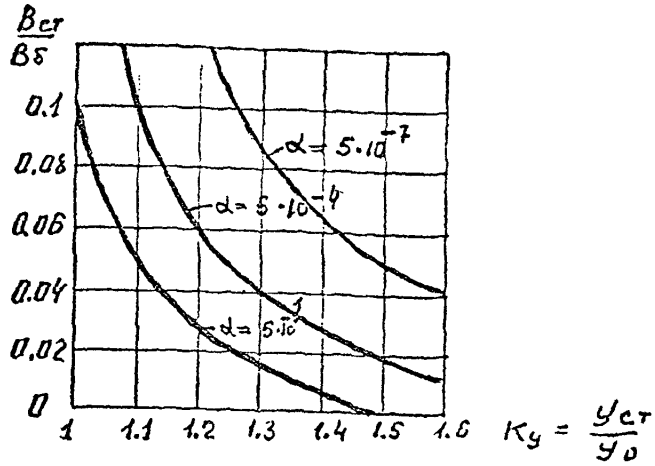


Рис. 2. График определения поправочного коэффициента K_y к прогибу балки в месте стыка.

$B_{ст}$ – жесткость стыка; B_δ – жесткость балки $Па\,м^4$;

α – показатель гибкости системы " балка– основание"

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

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

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

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

где-

C_y - длина участка, на которые поделена балка при расчете по методу Б.Н. Кемочкина, 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. Эпюра 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 $0,1 > \alpha \geqslant 0,01$ - $m = 0,9$

для $\alpha < 0,01$

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

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;

$$y_{необр.} = 1,5 \cdot y^{n=1}_{необр.}, м \qquad (11)$$

где $y^{n=1}_{необр.}$ - необратимые деформации после первого загружения, определяемые расчетом, м.

$y^{n>30}_{\text{необр.}}$ – необратимые деформации после многократного загружения,

3. Конструирование и подготовка основания.

3.I. 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 I,0 до I,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,I – 0,I5 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.

.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.

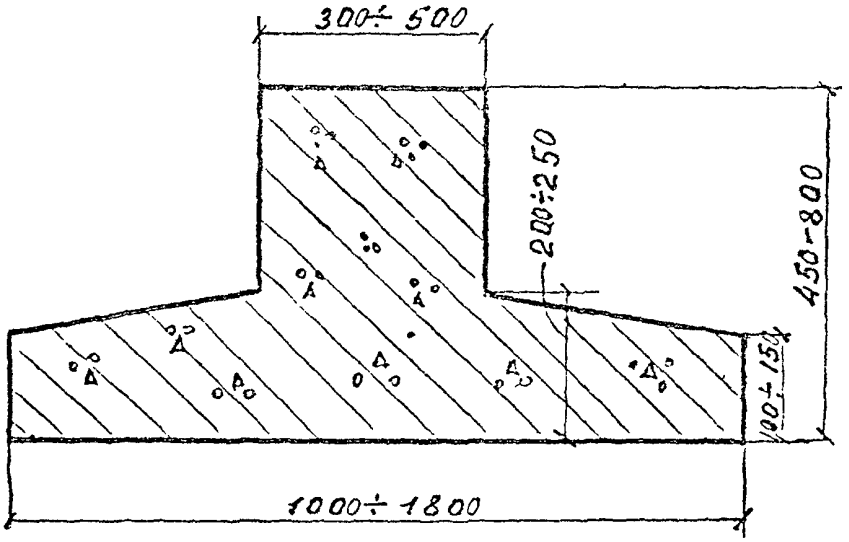
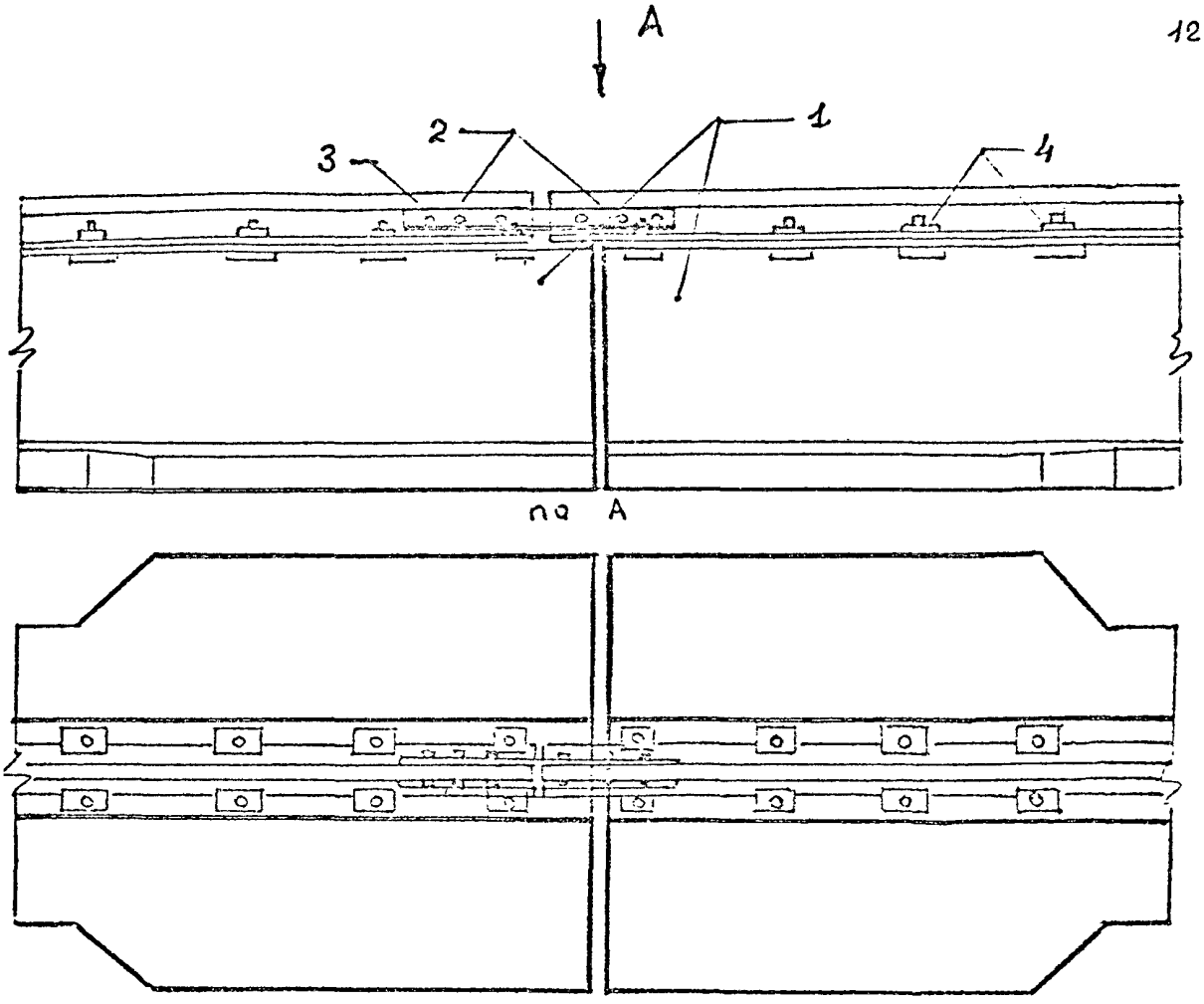


Рис. 3.

Рекомендуемые размеры сечения балки.



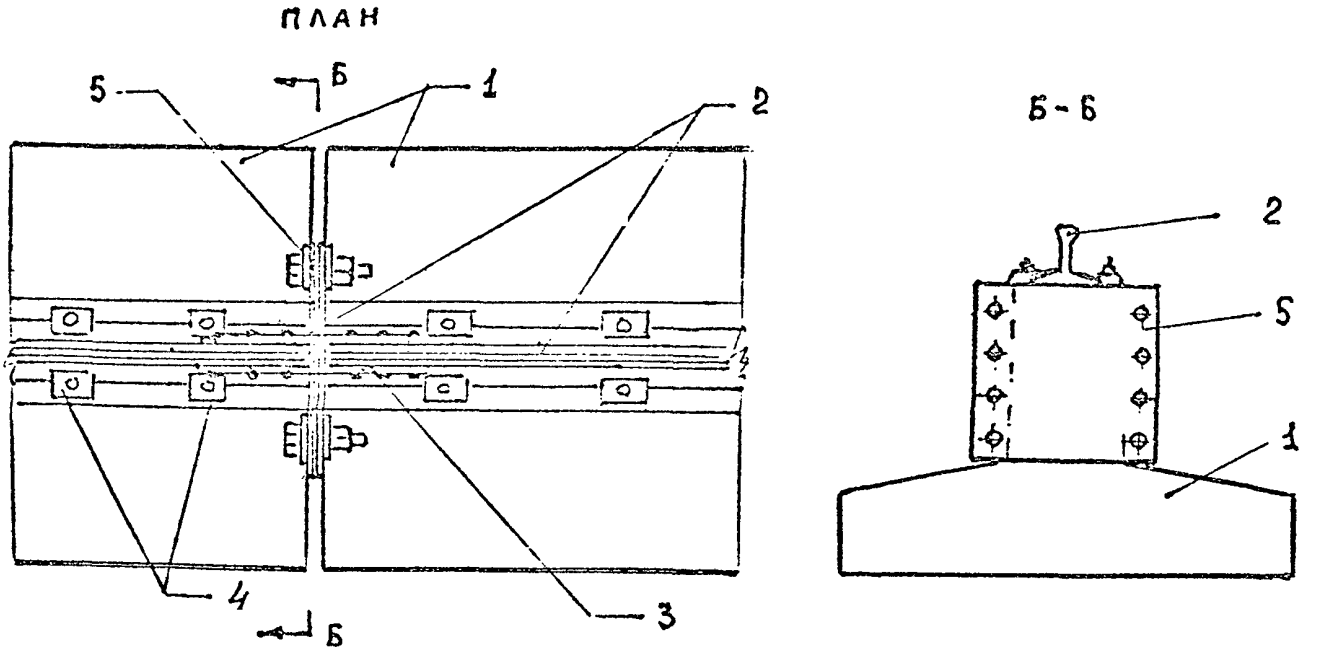


Рис. 4. Конструктивные решения соединения балок.

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

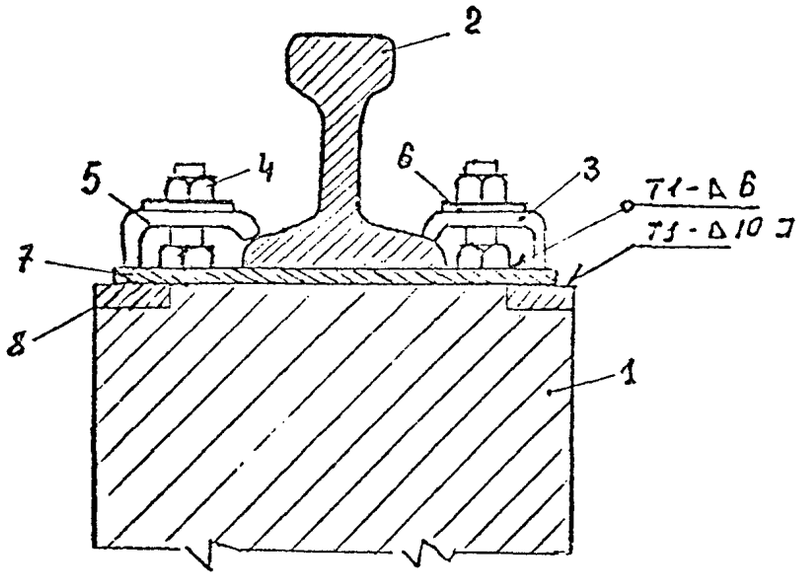


Рис. 5. Крепление рельса к балке.

I-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 $\delta \geq 0,7$.

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	$\varphi°$	υ_φ	E	μ	E	μ	E	μ
Гравилистый или щебеночный	0,6	35	0,045	27	0,25	22	0,25	I6	0,27
	0,8	36		55		43		3I	
Крупный песок	0,6	34	0,047	23	0,28	20	0,29	I4	0,3
	0,8	35		47		38		30	
Средней крупности песок	0,6	33	0,05	20	0,3I	I6	0,32	I2	0,33
	0,8	34		40		35		28	
Мелкий песок	0,6	32	0,07	I6	0,33	I4	0,33	I0	0,34
	0,8	33		35		29		24	

Приложение № 2
/рекомендуемое/

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 $D \geq 0{,}6$.

Нагрузка на рельсовые пути от крана принята в соответствии с Нормами технологического проектирования морских портов, РД 31.31.37-78 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.

Полосно-свайное
продолжение

$\varphi = 32°$

$\gamma = 17{,}5\ \frac{кН}{м^3}$

$\Phi = 0{,}6$

$E_0 = 104\ МПа$

$\alpha = 0{,}027$

$h = 0{,}65\ м$

$B = 1{,}2\ м$

Нагрузка по

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ ×10 кНМ	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ×10 кПа	ПРОГИБЫ сум. м	ПРОГИБЫ упр. м	ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ ×10 кН
0.46965	3.31545	-0.02629	-0.02623	1.27859
1.44285	-2.69248	-0.01002	-0.00982	0.15961
1.98855	-1.43217	-0.00747	-0.00737	-0.05899
1.94133	-1.37622	-0.00760	-0.00956	-0.21053
1.77626	-1.22477	-0.00983	-0.00974	-0.18025
1.62023	-1.14402	-0.01012	-0.01003	-0.05308
1.57273	-1.13542	-0.01055	-0.01046	0.09642
1.67681	-1.19988	-0.01105	-0.01096	0.27656
1.96433	-1.40334	-0.01165	-0.01156	0.50055
2.48377	-1.80037	-0.01237	-0.01228	0.80011
3.31034	-2.51214	-0.01325	-0.01316	1.25554
4.65300	-3.65516	-0.01420	-0.01415	2.15936
6.94555	-5.60219	-0.01357	-0.01357	3.66197
9.33219	-7.26225	-0.02529	-0.02448	0.04727
7.96947	-5.93556	-0.03078	-0.03432	-9.21140
-2.71752	-13.83478	-0.04193	-0.04476	-24.36833
-23.68526	-18.54894	-0.06420	-0.05511	-45.60707
-28.47512	-23.58501	-0.07773	-0.06408	-19.90909
-33.20046	-26.29936	-0.08048	-0.06950	2.54008
-30.76523	-25.44206	-0.08760	-0.07035	24.80960
-35.19278	-24.07811	-0.08122	-0.06662	49.89067
-17.20654	-20.63049	-0.07020	-0.05975	27.35408
11.37008	-15.55555	-0.05127	-0.05220	9.70743
22.11278	-12.50509	-0.04998	-0.04531	-3.79863
18.90191	-10.54564	-0.04309	-0.03970	-14.95347
6.81372	-9.99471	-0.02795	-0.02973	-14.64712
-11.28557	-12.50261	-0.04493	-0.04074	-28.15024
-32.43465	-14.16453	-0.04758	-0.04434	-13.64767
-40.34494	-15.40639	-0.05223	-0.04614	-0.87534
-47.37003	-15.93374	-0.05131	-0.04536	11.97818
-34.93946	-14.02973	-0.04491	-0.04200	26.64250
-15.02558	-11.45816	-0.04015	-0.03671	14.39272
0.20769	-8.65684	-0.03284	-0.03072	5.50451
0.48132	-6.07502	-0.02505	-0.02486	-0.30952
0.14435	-5.83500	-0.02002	-0.01944	-3.41632
-0.25789	-1.75212	-0.01465	-0.01446	-4.21830
-1.44894	0.81314	-0.00986	-0.00980	-1.53709
-0.07134	0.00292	-0.00515	-0.00515	-0.03352

Исходные данные

$\varphi = 32^\circ$

$\gamma = 17{,}5\ \frac{кН}{м^3}$

$D = 0.8$

$E_c = 176\ МПа$

$\alpha = 0{,}046$

$h = 0{,}65\ м$

$b = 1{,}2\ м$

Нагрузка по

К-35 Схема 1

Приложение 2

продолжение

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ x10 кНм	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ x10 кПа	ПРОГИБЫ сум. м	ПРОГИБЫ упр м	ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ x10 кН
0.11283	-0.87380	-0.00449	-0.0044	0.45133
0.29417	-1.77386	-0.00539	-0.00531	-0.17731
0.30101	-1.16005	-0.00532	-0.00527	-0.06936
0.18573	-1.31309	-0.00563	-0.00557	-0.14507
0.03991	-1.31558	-0.00588	-0.00581	-0.22377
-0.17849	-1.29766	-0.00612	-0.00605	-0.28097
-0.45715	-1.28999	-0.00637	-0.00630	-0.32895
-0.76140	-1.20763	-0.00659	-0.00653	-0.27810
-1.01267	-1.11819	-0.00681	-0.00675	-0.11993
-0.98685	-0.63235	-0.00684	-0.00680	0.62125
-0.17590	-0.00004	-0.00698	-0.00698	2.12120
1.94557	0.00087	-0.00712	-0.00712	3.62225
5.56824	0.00227	-0.00761	-0.00761	5.12496
9.85696	-2.78522	-0.01378	-0.01346	3.28269
11.34903	-8.75398	-0.02225	-0.02062	-5.72208
3.92428	-14.42949	-0.03245	-0.02854	-21.53746
-19.27649	-19.97385	-0.04408	-0.03673	-44.00607
-51.56688	-24.67152	-0.05542	-0.04401	-19.61191
-71.96349	-27.28719	-0.06268	-0.04841	1.64346
-70.32973	-27.31953	-0.06318	-0.04877	22.86002
-46.72444	-24.83530	-0.05695	-0.04514	47.05766
-11.48587	-20.48213	-0.04697	-0.03894	23.97910
13.95836	-15.59844	-0.03706	-0.03224	6.76097
22.00865	-11.30142	-0.02920	-0.02645	-5.30074
17.71707	-7.93744	-0.02345	-0.02190	-13.32566
6.26025	-1.70791	-0.01771	-0.01746	-13.87515
-10.42341	-11.06954	-0.02640	-0.02396	-25.65860
-29.55580	-14.31469	-0.03153	-0.02776	-11.33623
-41.51344	-16.38586	-0.03476	-0.03000	0.50073
-41.07988	-16.61124	-0.03473	-0.02992	12.06725
-28.53296	-15.01038	-0.03144	-0.02750	25.55455
-9.64543	-12.23540	-0.02622	-0.02355	12.37207
3.68862	-9.02780	-0.02056	-0.01901	3.03872
7.88963	-5.15563	-0.01483	-0.01419	-1.64803
6.84512	-3.14276	-0.01112	-0.01083	-3.91935
3.71511	-0.51134	-0.00768	-0.00765	-3.03296
0.83641	0.00164	-0.00487	-0.00487	-1.53098
-0.69387	0.00424	-0.00210	-0.00210	-0.02590

Исходные данные

$\varphi = 32°$
$\gamma = 17{,}5 \cdot \frac{кН}{м^3}$
$\xi = 0{,}6$
$E_0 = 128$ МПа
$\alpha = 0{,}034$

$h = 0{,}65$ м
$\ell = 1{,}8$ м

Нагрузка по К-35 Схема 1

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ x10 кНм	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ x10 кПа	ПРОГИБЫ сум м	ПРОГИБЫ упр. м	ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ x10 кН
0.12090	-0.56461	-0.00412	-0.00411	0.48360
0.33152	-1.17130	-0.00508	-0.00505	-0.12473
0.37330	-0.80128	-0.00499	-0.00497	-0.06703
0.26559	-0.89166	-0.00528	-0.00525	-0.17203
0.10833	-0.85884	-0.00547	-0.00544	-0.21795
-0.11781	-0.87705	-0.00571	-0.00568	-0.29664
-0.40219	-0.84978	-0.00592	-0.00589	-0.32624
-0.70092	-0.78867	-0.00611	-0.00608	-0.24584
-0.91272	-0.71302	-0.00630	-0.00628	-0.02928
-0.86632	-0.54483	-0.00645	-0.00643	0.49002
-0.18190	-0.11284	-0.00646	-0.00646	1.78690
1.65595	0.00038	-0.00660	-0.00660	3.28759
4.94390	0.00120	-0.00691	-0.00691	4.78975
8.95548	-1.72807	-0.01236	-0.01223	3.17923
10.59138	-5.15768	-0.01908	-0.01849	-4.60460
4.27618	-8.95902	-0.02705	-0.02559	-19.23083
-16.80635	-13.07392	-0.03581	-0.03298	-41.26389
-46.68706	-16.94460	-0.04410	-0.03958	-17.76416
-65.48337	-19.23825	-0.04928	-0.04355	1.60698
-63.87500	-19.23517	-0.04960	-0.04383	20.98367
-41.90977	-17.05394	-0.04522	-0.04056	44.28659
-9.10159	-13.39480	-0.03796	-0.03489	21.67596
14.18568	-9.81434	-0.03074	-0.02891	5.51016
21.02234	-6.86647	-0.02477	-0.02374	-5.34948
16.55183	-4.91311	-0.02057	-0.01996	-12.69308
5.56228	-1.12756	-0.01396	-0.01585	-13.22258
-10.40808	-7.23413	-0.02333	-0.02231	-24.74399
-28.75780	-9.69114	-0.02759	-0.02598	-10.68803
-40.14381	-11.24172	-0.03011	-0.02806	0.57687
-39.60492	-11.32670	-0.02995	-0.02790	11.68831
-27.38463	-10.14511	-0.02733	-0.02565	24.92761
-8.94529	-7.89688	-0.02284	-0.02175	12.21323
4.29074	-5.62348	-0.01815	-0.01754	3.59096
8.74201	-3.71195	-0.01401	-0.01370	-1.59055
7.84628	-2.16804	-0.01052	-0.01039	-3.99302
4.44193	-0.85996	-0.00759	-0.00755	-4.04094
1.04227	0.56053	-0.00505	-0.00503	-1.53199
-0.74347	0.00187	-0.00246	-0.00246	-0.02862

Исходные данные

$\varphi = 32^\circ$ $\quad h = 0{,}65$ м

$\gamma = 17{,}5\ \frac{кН}{м^3}$ $\quad B = 1{,}8$ м

$\Phi = 0{,}8$

$E_c = 24{,}7$ МПа

$\alpha = 0{,}057$

Нагрузка по К-35 Схема 1

Продолжение

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ x10 кНм	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ x10 кПа	ПРОГИБЫ сум. м	ПРОГИБЫ зуф. м	ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ x10 кН
-0.03134	-0.90297	-0.00265	-0.00263	-0.12534
-0.14345	-0.87357	-0.00282	-0.00281	-0.19776
-0.26384	-0.70163	-0.00286	-0.00285	0.03931
-0.30225	-0.87434	-0.00310	-0.00309	-0.03451
-0.35209	-0.90841	-0.00327	-0.00325	-0.16964
-0.53063	-0.92818	-0.00343	-0.00341	-0.34037
-0.87911	-0.94626	-0.00359	-0.00356	-0.54353
-1.41130	-0.92100	-0.00371	-0.00368	-0.70133
-2.03138	-0.74045	-0.00372	-0.00370	-0.53414
-2.38299	-0.33482	-0.00363	-0.00362	0.36319
-1.86903	-0.00023	-0.00351	-0.00351	1.86360
-0.00502	-0.00115	-0.00323	-0.00323	3.36567
3.36066	-0.00116	-0.00292	-0.00292	4.86777
8.03078	-0.43811	-0.00329	-0.00327	5.57918
11.74863	-4.57434	-0.01085	-0.01051	-1.15463
8.70082	-8.78137	-0.01641	-0.01544	-15.46109
-8.89572	-13.52681	-0.02308	-0.02097	-38.30934
-36.05232	-17.90964	-0.02775	-0.02615	-16.54668
-53.68515	-20.32330	-0.03387	-0.02922	0.87137
-52.80293	-20.29924	-0.03400	-0.02933	18.33275
-33.36630	-17.84605	-0.03016	-0.02652	40.20984
-4.35807	-13.57181	-0.02398	-0.02179	17.28059
14.90859	-9.15848	-0.01307	-0.01695	2.29533
18.78273	-5.65032	-0.01360	-0.01308	-6.37523
13.63212	-2.92897	-0.01051	-0.01030	-10.14738
4.23649	-1.25794	-0.00924	-0.00916	-10.91168
-9.12506	-6.70213	-0.01372	-0.01310	-21.47549
-24.76282	-10.39608	-0.01773	-0.01648	-8.68843
-34.27870	-12.23513	-0.01988	-0.01824	0.78835
-33.29686	-11.80482	-0.01934	-0.01780	11.03967
-21.73677	-10.64803	-0.01754	-0.01627	23.37323
-4.81902	-8.32768	-0.01438	-0.01357	9.88341
6.46862	-5.20577	-0.01064	-0.01026	2.01303
9.24169	-3.51776	-0.00813	-0.00793	-2.81884
7.25587	-1.66691	-0.00578	-0.00571	-4.31927
3.63262	-0.11951	-0.00394	-0.00394	-3.03439
0.95213	0.00000	-0.00325	-0.00325	-1.53439
-0.89219	0.03142	-0.00180	-0.00180	-0.03183

Приложение 2
продолжение

$\varphi = 34°$ $h = 0{,}65$ м

$\gamma = 17{,}5\ \frac{кН}{м^3}$ $b = 1{,}2$ м

$D = 0{,}6$

$E_0 = 136$ МПа

$\alpha = 0{,}036$

Нагрузка по К-35 Схема I

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ x10 кНм	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ x10 кПа	ПРОГИБЫ сум. м	ПРОГИБЫ угр. м	ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ x10 кН
0.26040	-0.38201	-0.00534	-0.00533	1.04158
0.76989	-2.15565	-0.00723	-0.00714	-0.04520
0.98195	-1.29812	-0.00702	-0.00697	-0.10294
0.87201	-1.32146	-0.00728	-0.00723	-0.18869
0.69320	-1.28855	-0.00754	-0.00748	-0.23495
0.48140	-1.21138	-0.00778	-0.00773	-0.18860
0.29686	-1.19784	-0.00810	-0.00805	-0.12601
0.19119	-1.13003	-0.00843	-0.00838	0.01795
0.22793	-1.06742	-0.00881	-0.00876	0.23704
0.51228	-0.90971	-0.00919	-0.00914	0.64538
1.30143	-0.43049	-0.00949	-0.00947	1.62880
3.05943	0.00017	-0.01007	-0.01007	3.12900
6.18901	0.00212	-0.01020	-0.01020	4.63154
9.72262	-3.65763	-0.01863	-0.01824	1.74238
9.85594	-9.02119	-0.02822	-0.02676	-7.58305
0.68572	-14.31172	-0.03918	-0.03598	-23.25710
-24.13510	-19.52412	-0.05093	-0.04526	-45.18605
-57.55138	-24.04147	-0.06189	-0.05341	-20.03583
-78.35709	-26.60774	-0.06375	-0.05832	2.03488
-76.34206	-26.67384	-0.06739	-0.05884	24.02626
-51.62042	-24.35594	-0.06402	-0.05513	48.79912
-14.73800	-20.32813	-0.05491	-0.04855	25.90536
12.51355	-15.84152	-0.04534	-0.04125	8.39554
22.05402	-12.02511	-0.03740	-0.03484	-4.53459
18.30864	-9.39363	-0.03142	-0.02973	-14.30694
6.38351	-1.45433	-0.02294	-0.02275	-14.55214
-11.26186	-11.76518	-0.03356	-0.03131	-27.17035
-31.66280	-14.20089	-0.03819	-0.03509	-12.71141
-44.89833	-15.94692	-0.04093	-0.03721	-0.34772
-45.25616	-15.98049	-0.04047	-0.03678	11.97569
-32.82001	-14.44550	-0.03694	-0.03390	26.14110
-13.37451	-11.76397	-0.03138	-0.02927	13.52434
1.04906	-8.76633	-0.02531	-0.02405	4.50475
6.39023	-5.97951	-0.01968	-0.01901	-1.17066
6.00564	-3.35901	-0.01460	-0.01432	-3.70148
3.09937	-0.70804	-0.01018	-0.01014	-3.05112
0.26113	0.00178	-0.00624	-0.00624	-1.54900
-1.28680	0.00471	-0.00229	-0.00229	-0.04334

$\varphi = 34°$ $h = 0{,}65$ м

$\gamma = 17{,}5 \frac{кН}{м^3}$ $b = 1{,}2$

$D = 0{,}8$

$E_0 = 230$ МПа

$\alpha = 0{,}06$

Нагрузка по К-35 Схема I

продолжение

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ x10 кНм	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ x10 кПа	ПРОГИБЫ сум. м	ПРОГИБЫ угр. м	ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ x10 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	-0.34188
-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
4.07937	0.00202	-0.00575	-0.00575	4.98181
8.61664	-1.47977	-0.00950	-0.00941	4.70608
11.44113	-7.75176	-0.01564	-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	-0.04049	-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
15.17756	-6.02166	-0.01591	-0.01529	-11.72985
4.69940	-1.84960	-0.01325	-0.01310	-12.44938
-10.40702	-10.70662	-0.01921	-0.01790	-23.79732
-27.94559	-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	-0.01931	-0.01781	11.61511
4.90425	-9.07022	-0.01533	-0.01445	2.23084
8.28946	-5.22327	-0.01117	-0.01080	-2.53708
6.53161	-2.62723	-0.00809	-0.00795	-4.18976
3.03385	-0.30286	-0.00568	-0.00567	-3.05319
0.07680	0.00114	-0.00397	-0.00397	-1.55182
-1.47436	0.00382	-0.00183	-0.00183	-0.04724

Исходные данные.

$\varphi = 34°$

$\gamma = 17{,}5\ \frac{кН}{м^3}$

$D = 0{,}6$

$E_c = 170$ МПа

$\alpha = 0{,}044$

$h = 0{,}65$ м

$b = 1{,}8$ м

Нагрузка по

К-35 Схема 1

Приложение

продолжение

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ x10 кНм	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ x10 кПа	ПРОГИБЫ сум. м	ПРОГИБЫ упр. м	ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ x10 кН
0.01801	-0.79330	-0.00330	-0.00329	0.07205
-0.01614	-1.02933	-0.00373	-0.00371	-0.28073
-0.14793	-0.69833	-0.00367	-0.00366	-0.03773
-0.25261	-0.84711	-0.00394	-0.00393	-0.06253
-0.34413	-0.91153	-0.00418	-0.00416	-0.20329
-0.53887	-0.89254	-0.00434	-0.00432	-0.30985
-0.84861	-0.89230	-0.00452	-0.00451	-0.41599
-1.25384	-0.86838	-0.00469	-0.00467	-0.47907
-1.68570	-0.76348	-0.00480	-0.00478	-0.35333
-1.92010	-0.49919	-0.00481	-0.00480	0.24813
-1.43739	0.02211	-0.00473	-0.00473	1.78793
0.34088	0.00065	-0.00466	-0.00466	3.28910
3.63015	0.00103	-0.00524	-0.00524	4.79095
7.98227	-0.97415	-0.00855	-0.00851	4.53749
10.83653	-4.71465	-0.01379	-0.01349	-2.44887
6.61706	-8.64928	-0.01989	-0.01910	-16.51756
-11.96751	-13.24259	-0.02687	-0.02524	-38.85422
-39.65120	-17.58582	-0.03348	-0.03078	-16.50870
-57.33714	-20.20192	-0.03762	-0.03414	1.12784
-56.19887	-20.17877	-0.03780	-0.03431	18.80605
-36.23672	-17.60962	-0.03414	-0.03138	41.10873
-6.34602	-13.37184	-0.02814	-0.02641	18.53943
14.07093	-9.19958	-0.02216	-0.02122	3.48019
18.97440	-6.03702	-0.01747	-0.01699	-5.88644
14.12995	-3.72142	-0.01414	-0.01390	-11.08499
4.16720	-1.22748	-0.01189	-0.01182	-11.79446
-10.14540	-6.82328	-0.01707	-0.01654	-22.57635
-26.60880	-9.90553	-0.02085	-0.01991	-8.90631
-36.36343	-11.79109	-0.02313	-0.02189	1.36974
-35.10533	-12.03894	-0.02321	-0.02193	11.19965
-23.22415	-10.52415	-0.02095	-0.01994	23.75618
-5.87613	-8.09756	-0.01741	-0.01676	10.68057
5.87374	-5.72060	-0.01374	-0.01338	1.88349
8.74631	-3.52377	-0.01028	-0.01012	-2.95930
6.77927	-1.31903	-0.00712	-0.00708	-3.83356
3.26137	-0.61775	-0.00543	-0.00541	-3.44551
0.19249	0.22003	-0.00403	-0.00403	-1.54946
-1.45558	0.00169	-0.00204	-0.00204	-0.04641

Исходные данные

$\varphi = 34^\circ$

$\gamma = 17{,}5\ \frac{кН}{м^3}$

$\Phi = 0{,}8$

$E_c = 2{,}87$ МПа

$\alpha = 0{,}075$

$h = 0{,}65$ м

$b = 1{,}8$

Нагрузка по К-35 Схема 1

Приложение к продолжение

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ x10 кН/м	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ x10 кПа	ПРОГИБЫ сум. м	ПРОГИБЫ упр. м	ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ x10 кН
-0.07276	-0.99502	-0.00205	-0.00203	-0.29103
-0.29310	-0.83793	-0.00211	-0.00211	-0.29931
-0.48890	-0.60789	-0.00211	-0.00211	0.10648
-0.49815	-0.86508	-0.00233	-0.00232	0.04935
-0.46649	-0.90439	-0.00247	-0.00246	-0.07856
-0.57309	-0.96670	-0.00262	-0.00260	-0.31861
-0.89461	-0.97317	-0.00273	-0.00272	-0.57032
-1.44761	-0.93468	-0.00282	-0.00280	-0.75274
-2.13423	-0.78773	-0.00285	-0.00284	-0.67066
-2.65116	-0.44611	-0.00280	-0.00280	0.02635
-2.42396	0.00023	-0.00265	-0.00265	1.52677
-0.89674	0.00123	-0.00238	-0.00238	3.02898
2.13201	0.00072	-0.00315	-0.00315	4.53028
6.66204	0.00016	-0.00435	-0.00435	6.03057
10.96143	-3.84691	-0.00762	-0.00747	0.60613
9.60489	-8.20838	-0.01173	-0.01124	-12.66896
-5.40936	-13.42013	-0.01682	-0.01566	-35.32516
-29.92421	-18.56384	-0.02208	-0.01998	-14.74008
-45.98151	-21.49101	-0.02538	-0.02259	0.57611
-45.36203	-21.39455	-0.02542	-0.02263	16.06592
-27.98155	-18.47333	-0.02234	-0.02023	36.81392
-1.97712	-13.32768	-0.01736	-0.01618	14.32410
14.46973	-8.61043	-0.01291	-0.01235	0.32533
16.46024	-4.90998	-0.00754	-0.00930	-7.01263
10.91446	-1.65040	-0.00708	-0.00702	-8.48335
2.59958	-1.27597	-0.00684	-0.00679	-9.28009
-8.97558	-6.37661	-0.01002	-0.00969	-19.25797
-22.67661	-10.69446	-0.01331	-0.01258	-7.00798
-30.56100	-12.64172	-0.01501	-0.01403	1.73694
-29.04398	-13.13051	-0.01522	-0.01419	9.60204
-18.43448	-10.89124	-0.01320	-0.01246	21.49780
-3.24858	-8.25104	-0.01063	-0.01018	8.14593
6.46683	-4.76286	-0.00766	-0.00747	1.07279
8.32549	-3.01755	-0.00577	-0.00568	-2.85881
6.18213	-1.42684	-0.00419	-0.00416	-3.92711
2.74071	-0.34828	-0.00306	-0.00306	-3.05401
-0.15644	0.00007	-0.00242	-0.00242	-1.55388
-1.71064	0.00071	-0.00176	-0.00176	-0.05261

Продолжение

$\varphi = 36°$ $h = 0,65$ м

$\gamma = 17,5$ кН/м³ $\varepsilon = 1,2$ м

$\Phi = 0,6$

$E_0 = 180$ МПа.

$\alpha = 0,047$

Нагрузка по К-3.5 Схема I

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ x10 кНм	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ x10 кПа	ПРОГИБЫ отн. м	ПРОГИБЫ упр. м	ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ x10 кН
0.06306	-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	-0.00620	-0.00616	-0.27635
-0.67130	-1.25791	-0.00644	-0.00640	-0.28634
-0.96583	-1.08521	-0.00662	-0.00659	-0.08859
-0.89920	-0.76813	-0.00677	-0.00675	0.48966
-0.26038	-0.27062	-0.00696	-0.00695	1.66492
1.48590	0.00060	-0.00712	-0.00712	3.16564
4.65184	0.00160	-0.00777	-0.00777	4.66756
8.65315	-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	-0.04313	-0.04012	43.55576
-8.89806	-20.01070	-0.03734	-0.03458	21.04291
13.80157	-14.48829	-0.03068	-0.02876	5.15697
20.29239	-10.04205	-0.02484	-0.02376	-5.39349
15.85498	-6.85516	-0.02058	-0.01997	-12.11968
5.26019	-1.77233	-0.01694	-0.01681	-12.74648
-10.19634	-10.80593	-0.02346	-0.02237	-24.21359
-28.04424	-14.56678	-0.02765	-0.02591	-10.21773
-39.02815	-17.14037	-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	-5.04163	-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
-0.91874	0.00283	-0.00303	-0.00303	-0.03300

Исходные данные

$\varphi = 36°$

$\gamma = 17{,}5\ \frac{кН}{м^3}$

$\Phi = 0{,}8$

$E_0 = 305$ МПа

$\alpha = 0{,}08$

$h = 0{,}65$ м

$B = 1{,}2$ м

Нагрузка по К-35 Схема 1.

Приложение 8 – продолжение

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ x 10 кН м	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ x 10 кПа	ПРОГИБЫ сут. м	ПРОГИБЫ упр. м	ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ x 10 кН
-0.04645	-1.40484	-0.00273	-0.00271	-0.1858
-0.17865	-1.22612	-0.00288	-0.00286	-0.15715
-0.27879	-1.03610	-0.00297	-0.00295	0.09953
-0.25661	-1.29392	-0.00321	-0.00319	0.04682
-0.23030	-1.36230	-0.00340	-0.00337	-0.08793
-0.33500	-1.41818	-0.00357	-0.00355	-0.28975
-0.62649	-1.42399	-0.00373	-0.00370	-0.49854
-1.10010	-1.34091	-0.00385	-0.00382	-0.60764
-1.65361	-1.17715	-0.00393	-0.00391	-0.52021
-2.00901	-0.61112	-0.00390	-0.00388	0.24644
-1.57913	0.00036	-0.00378	-0.00378	1.74687
0.16815	0.00174	-0.00360	-0.00360	3.24895
3.41704	0.00153	-0.00442	-0.00442	4.75078
8.05686	-0.36836	-0.00656	-0.00655	5.30875
11.94160	-6.78174	-0.01099	-0.01063	-0.82934
9.23632	-13.03480	-0.01639	-0.01536	-14.97110
-7.91166	-20.29105	-0.02297	-0.02072	-37.32034
-34.60826	-26.96184	-0.02958	-0.02573	-16.17456
-51.91739	-30.74377	-0.03377	-0.02876	0.73291
-50.96753	-30.68721	-0.03389	-0.02888	18.10825
-31.71080	-26.85884	-0.03003	-0.02614	39.87764
-3.03181	-20.43756	-0.02402	-0.02165	16.85257
15.79406	-13.85988	-0.01827	-0.01705	1.72072
19.17747	-8.31813	-0.01377	-0.01322	-6.76104
13.73308	-3.92948	-0.01067	-0.01047	-9.97641
4.36725	-1.89352	-0.00972	-0.00963	-10.74864
-8.70847	-9.65051	-0.01363	-0.01299	-20.82924
-23.76126	-15.39583	-0.01753	-0.01623	-7.80423
-32.51196	-18.55132	-0.01989	-0.01811	1.43419
-31.06487	-18.50667	-0.01976	-0.01800	10.72618
-19.74171	-16.51688	-0.01777	-0.01636	22.40593
-3.53326	-12.17522	-0.01421	-0.01338	9.29567
7.15729	-7.52493	-0.01059	-0.01020	1.76575
9.69453	-4.95286	-0.00810	-0.00790	-2.67767
7.77351	-2.43295	-0.00594	-0.00587	-4.09722
4.30166	-0.34828	-0.00427	-0.00426	-3.01516
1.39091	0.00070	-0.00318	-0.00318	-1.51432
-0.12297	0.00232	-0.00203	-0.00203	-0.01154

Приложение 2
продолжение

Нагрузка по
К-35 Схема 2

Исходные данные

$\varphi = 32^\circ$

$\gamma = 17{,}5\ \frac{кН}{м^3}$

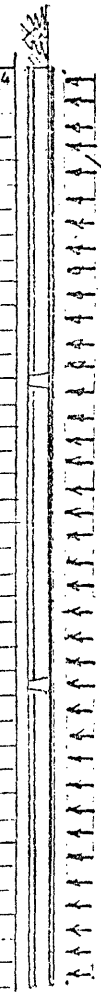
$t = 0.6$

$E_0 = 104$ МПа

$\alpha = 0{,}027$

$h_s = 0{,}65$

$b = 1{,}2$ м



ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ x 10 кНм	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ x 10 кПа	ПРОГИБЫ сум. м	ПРОГИБЫ упр м	ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ x 10 кН
0.39511	0.06703	0.07970	0.07966	1.58044
1.95582	0.00126	-0.00597	-0.00597	3.08196
5.03781	0.00137	-0.00652	-0.00652	4.58360
9.62142	0.00140	-0.00733	-0.00733	6.08528
15.70663	0.00120	-0.00867	-0.00867	7.58671
23.29315	0.00066	-0.01087	-0.01087	9.08750
32.28647	-0.31331	-0.01434	-0.01431	10.21154
41.90614	-2.28615	-0.01788	-0.01954	8.96816
49.98360	-5.25518	-0.02821	-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	-0.07989	-0.06652	-48.03493
-15.37754	-25.81416	-0.09440	-0.07621	-25.01193
-41.04765	-28.00806	-0.10334	-0.08173	-4.62161
-44.83583	-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	-0.05652	-0.05070	12.09576
51.55202	-10.90374	-0.04820	-0.04427	0.51128
52.49048	-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	-0.04984	-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
26.92956	-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	-4.10838
7.65008	-0.47660	-0.00962	-0.00959	-3.18030
4.46345	-0.49822	-0.00888	-0.00885	-2.27816
2.18329	-0.50450	-0.00830	-0.00827	-1.38355
0.77414	-0.59087	-0.00788	-0.00785	-0.59260
0.13151	-0.75554	-0.00749	-0.00744	0.00076

$\varphi = 32^{\circ}$

$\gamma = 17{,}5\ \frac{кН}{м^3}$

$\Phi = 0{,}8$

$E_c = 176\ МПа$

$\alpha = 0{,}046$

$h_{ст} = 0{,}65\ м$

$\delta = 1{,}2$

Нагрузка по

К-35 Схема 2

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ x10 кНм	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ x10 кПа	ПРОГИБЫ сум. м	ПРОГИБЫ Угр м	ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ x10 кН
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
45.54257	-8.23280	-0.02225	-0.02072	-1.38872
42.17047	-14.84406	-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	-30.60815	-0.07120	-0.05301	-4.94543
-37.77621	-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
7.56327	-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

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ x 10 кНм	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ x 10 кПа	ПРОГИБЫ сум. м	ПРОГИБЫ упр м	ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ x 10 кН
0.40399	0.06441	0.07672	0.07669	1.61595
1.52690	-1.03121	-0.00541	-0.00537	1.25976
3.13988	-0.24628	-0.00495	-0.00495	2.31646
5.56726	0.00023	-0.00470	-0.00470	3.81686
9.38429	0.00059	-0.00469	-0.00469	5.31793
14.70228	0.00073	-0.00518	-0.00518	6.81924
21.52135	0.00043	-0.00652	-0.00652	8.32002
29.69022	-0.33544	-0.00894	-0.00892	9.21623
38.08592	-2.15882	-0.01317	-0.01300	6.83035
43.59389	-5.09748	-0.01975	-0.01914	-0.84511
40.74898	-9.54145	-0.02944	-0.02774	-16.51971
21.48193	-15.64663	-0.04262	-0.03859	-43.18364
-9.54140	-17.79037	-0.04943	-0.04411	-21.20631
-32.24945	-21.12755	-0.05716	-0.04986	-5.23590
-36.35060	-18.60583	-0.05199	-0.04614	15.27361
-19.68161	-15.50499	-0.04457	-0.04039	41.36464
10.26198	-11.71842	-0.03600	-0.03345	21.77150
33.58241	-8.27628	-0.02858	-0.02715	8.37421
43.04706	-5.85346	-0.02347	-0.02264	-0.66201
42.83418	-4.85547	-0.02114	-0.02052	-7.90185
34.74863	-5.26333	-0.02144	-0.02076	-15.87583
18.17616	-6.81201	-0.02389	-0.02291	-26.63744
-1.94213	-8.99172	-0.02762	-0.02612	-11.32253
-14.13010	-10.91406	-0.03106	-0.02901	0.53218
-14.51653	-12.95565	-0.03384	-0.03119	8.71202
-4.27292	-9.55123	-0.02784	-0.02623	23.01982
11.61605	-8.73112	-0.02467	-0.02336	8.80380
21.92027	-5.39656	-0.01824	-0.01765	0.58999
23.54068	-3.10801	-0.01337	-0.01312	-3.50443
20.71954	-1.58953	-0.00992	-0.00982	-4.86558
16.20203	-0.81543	-0.00775	-0.00771	-4.83335
11.58778	-0.32911	-0.00629	-0.00628	-3.92576
7.69845	-0.24691	-0.00554	-0.00553	-2.87020
4.82007	-0.26559	-0.00511	-0.00510	-1.84827
2.91230	-0.39776	-0.00492	-0.00461	-1.06424
1.82949	-0.43843	-0.00472	-0.00471	-0.35342
1.38791	-0.63540	-0.00470	-0.00468	0.00286
1.30989	-0.81484	-0.00457	-0.00455	0.03614

$\varphi = 82°$

$\gamma = 1{,}75 \frac{кН}{м^3}$

$D = 0{,}6$

$E_0 = 129$ МПа

$\alpha = 0{,}034$

$h = 0{,}65$ м

$B = 1{,}8$ м

Продолжение

Нагрузка по

К-35 Схема 2

$\varphi = 32°$ $h = 0{,}65$ м

$\gamma = 17{,}5\ \frac{кН}{м^3}$ $b = 1{,}8$ м

$\gamma = 0{,}8$

$E_0 = 217$ МПа Нагрузка по

$\alpha = 0{,}057$ К-35 Схема 2

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ х 10 кНм	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ х 10 кПа	ПРОГИБЫ сум. м	ПРОГИБЫ упр. м	ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ х 10 кН
-0.43978	-1.81063	-0,00359	-0.00355	-1.75914
-1.38409	0.00011	-0.00259	-0,00259	-0.25894
-1.71974	-0,17035	-0.00285	-0,00285	0.93443
-0,81926	-0.24580	-0.00310	-0,00309	1.99198
1.23560	-0.10606	-0.00327	-0,00326	3.30108
4.58447	0.00014	-0.00343	-0,00343	4.80133
9.38583	0.00020	-0.00387	-0.00387	6.30170
15.66907	-0.04080	-0.00480	-0,00480	7.72825
22.89813	-1.15001	-0.00666	-0,00661	7.15824
29.07771	-3.32482	-0.00980	-0,00958	2.67356
29.90926	-7.41823	-0.01500	-0.01425	-9.17925
17.96423	-13.56433	-0.02261	-0,02054	-32.09503
-5.37629	-23.27655	-0.03356	-0,02828	-19.99281
-25.05042	-22.56031	-0.03413	-0,02893	-6.61577
-30.62199	-20.24788	-0.03143	-0.02713	10.93805
-17.29512	-16.49486	-0.02660	-0.02364	35.24731
6.37632	-11.49676	-0.02061	-0,01901	16.05315
24.36201	-7.20226	-0.01557	-0.01481	4.58908
30.18135	-4.46832	-0.01234	-0,01197	-1.95389
28.60185	-3.63635	-0.01112	-0.01085	-6.99932
21.23096	-4.46217	-0.01166	-0,01131	-13.53123
6.77122	-6.52572	-0.01353	-0,01294	-23.77751
-10,61641	-8.99277	-0,01591	-0,01495	-8.46449
-19.80624	-10.60463	-0.01760	-0,01634	3.94717
-15.52913	-9.87146	-0.01774	-0,01655	17.67856
-2,85696	-20,99673	-0.02582	-0,02216	11.38443
8.27520	-4.89067	-0.01210	-0,01170	4.08123
12.96417	-3.53958	-0.00902	-0,00880	-0.79000
12.86744	-1.99837	-0.00674	-0,00665	-2.88707
10.41885	-1.02457	-0.00520	-0,00517	-3.23130
7.40196	-0.54827	-0.00425	-0,00424	-2.71819
4.73729	-0.42953	-0.00373	-0,00372	-1.99135
2.76179	-0.39389	-0.00340	-0,00339	-1.20036
1.48775	-0.55877	-0.00328	-0,00326	-0.70614
0.74870	-0.63065	-0.00315	-0,00313	-0.34131
0.39722	-0.65419	-0.00301	-0.00300	-0.01885
0.33954	-0.73871	-0,00291	-0,00290	0.15147
0.41413	-0.91097	-0.00281	-0,00279	0.01172

Приложение 2
продолжение

$\varphi = 34°$

$\gamma = 17{,}5 \frac{кН}{м^3}$

$D = 0{,}6$

$E_c = 136$ МПа

$\alpha = 0{,}036$

$h_\delta = 0{,}65$

$b = 1{,}2$

Нагрузка по К-35 Схема 2

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ x 10 кНм	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ x 10 кПа	ПРОГИБЫ сум. м	ПРОГИБЫ ПЕРЕРЕЗЬВАЮЩИЕ СИЛЫ упр. м	x 10 кН
0.39991	0.08304	0.07649	0.07646	1.59965
1.68410	-0.96849	-0.00674	-0.00671	1.93746
3.90002	-0.04029	-0.00654	-0.00654	3.38911
7.30134	0.00038	-0.00662	-0.00662	4.88957
12.19101	0.00072	-0.00702	-0.00702	6.39043
18.58139	0.00066	-0.00810	-0.00810	7.89123
26.47246	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
-11.88946	-26.31105	-0.06798	-0.05778	-23.02524
-36.02264	-30.00417	-0.07657	-0.06347	-5.03024
-40.03964	-26.62666	-0.06981	-0.05921	17.01776
-21.81818	-22.61427	-0.06040	-0.05261	43.88063
10.43219	-17.63173	-0.04959	-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	-3.45301
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	-0.75759	-0.00625	-0.00622	-0.17685
1.13761	-1.07744	-0.00606	-0.00603	0.03023

$\varphi = 34°$ $h = 0,65$ м

$\gamma = 17,75 \frac{кН}{м3}$ $B = 1,2$ м

$\Phi = 0,8$

$E_0 = 230$ МПа

$\alpha = 0,66$

Нагрузка по К-35 Схема 2

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ x10 кНм	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ x10 кПа	ПРОГИБЫ сум. м	ПРОГИБЫ Упр. м	ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ x10 кН
-1.67877	-6.84589	-0,00737	-0,00705	-6.71506
-6,31115	0.09636	0,05213	0,05209	-5,09943
-11,41638	0,07703	0,04112	0,04110	-3,50699
-14,92863	0,05947	0,03074	0,03073	-1,93563
-16,86903	0,04354	0,02120	0,02119	-0,38338
-17,25667	0,02928	0,01259	0,01259	1,15175
-16,10884	0,01624	0,00494	0,00494	2,67124
-10,78467	8,85933	-0,00193	-0,00182	14,80243
1,11043	-0,83174	-0,00796	-0,00792	15,30434
14,59951	-6,88257	-0,01471	-0,01407	8,54526
21,20030	-13,36415	-0,02303	-0,02107	-5,99171
13,32745	-19,63452	-0,03352	-0,02932	-28,05313
-8,55906	-42,82912	-0,06425	-0,04671	-25,44807
-29,91628	-29,19292	-0,04877	-0,03969	-6,47958
-36,04761	-28,03195	-0,04537	-0,03727	13,88206
-20,89795	-23,80652	-0,03858	-0,03273	39,31424
7,04503	-17,96065	-0,03043	-0,02695	19,26146
27,98160	-12,37695	-0,02350	-0,02165	5,90912
35,04538	-8,52800	-0,01897	-0,01794	-2,82448
32,69057	-6,96238	-0,01693	-0,01618	-9,67934
22,78954	-7,70142	-0,01712	-0,01628	-17,42104
4,73372	-9,81781	-0,01879	-0,01761	-27,70241
-16,19775	-12,24845	-0,02096	-0,01932	-10,90054
-27,28394	-12,86691	-0,02183	-0,02004	5,15916
-20,44331	-7,26195	-0,02008	-0,01915	27,94482
-3,84349	-45,07841	-0,05708	-0,04068	5,35072
6,85176	-2,26160	-0,01450	-0,01429	4,13680
10,33173	-4,45175	-0,01169	-0,01135	0,29471
11,07157	-2,96865	-0,00922	-0,00904	-1,76768
9,66327	-1,77016	-0,00738	-0,00730	-2,39187
7,48715	-1,05095	-0,00615	-0,00611	-2,15300
5,36548	-0,94619	-0,00546	-0,00543	-1,78843
3,63861	-0,74103	-0,00492	-0,00490	-1,17766
2,40216	-0,93624	-0,00468	-0,00466	-0,80115
1,57112	-1,03671	-0,00449	-0,00446	-0,54521
0,93703	-1,33290	-0,00437	-0,00434	-0,64468
0,40936	-0,94048	-0,00394	-0,00392	-0,27325
0,11290	-1,02126	-0,00365	-0,00362	0,00123

Исходные данные

$\varphi = 34^\circ$

$\gamma = 17{,}5 \frac{кН}{м^3}$

$D = 0{,}6$

$E_0 = 170$ МПа

$d = 0{,}044$

$h = 0{,}65$ м

$b = 1{,}8$ м

Нагрузка по

К-35 Схема 2

Приложение 2 продолжение

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ x10 кНм	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ x10 кПа	ПРОГИБЫ сум. м	ПРОГИБЫ упр. м	ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ x10 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	-0.40799	-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	-25.55730
-10.89963	-8.68260	-0.01958	-0.01880	-9.68597
-21.17792	-9.99395	-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
13.97339	-3.68136	-0.01163	-0.01143	-0.20409
14.44397	-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
0.27533	-0.68750	-0.00367	-0.00366	0.10113
0.28733	-0.82436	-0.00356	-0.00354	0.00839

Приложение 2 продолжение

Нагрузка по К-35 Схема 2

$\varphi^\circ = 34^\circ$ $h = 0.65$ м

$\gamma = 17{,}5 \frac{кН}{м^3}$ $b = 1{,}8$ м

$D = 0.8$

$E_0 = 287$ МПа

$\alpha = 0{,}075$

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ $\times 10$ кНм	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ $\times 10$ кПа	ПРОГИБЫ сум. м	ПРОГИБЫ упр. м	ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ $\times 10$ кН
-0.31258	-1.52795	-0.00259	-0.00257	-1.25031
-0.96998	-0.21040	-0.00216	-0.00216	-0.12902
-1.24011	-0.52397	-0.00238	-0.00238	0.42783
-0.76871	-0.42715	-0.00248	-0.00248	1.15897
0.48451	-0.21770	-0.00255	-0.00255	2.26710
2.87318	-0.05246	-0.00265	-0.00265	3.86152
6.71122	-0.00027	-0.00286	-0.00286	5.36200
12.07319	-0.00018	-0.00343	-0.00343	6.86233
18.69836	-0.52677	-0.00461	-0.00460	7.41414
25.10504	-2.76556	-0.00696	-0.00686	3.93613
27.19553	-6.86696	-0.01083	-0.01045	-6.92439
17.21815	-13.65138	-0.01674	-0.01557	-29.99686
-3.90969	-23.10910	-0.02434	-0.02146	-17.59325
-21.78198	-23.72922	-0.02574	-0.02261	-6.30583
-26.98956	-21.28868	-0.02384	-0.02124	9.37454
-15.72837	-17.09607	-0.02007	-0.01831	32.60162
6.30109	-11.42304	-0.01527	-0.01437	13.54016
22.00714	-6.60994	-0.01123	-0.01085	3.14228
26.43526	-3.75247	-0.00874	-0.00857	-2.11217
24.67613	-2.96788	-0.00787	-0.00775	-5.95435
18.26511	-3.98272	-0.00841	-0.00824	-11.62325
5.52096	-6.47405	-0.01009	-0.00976	-21.77654
-10.09294	-9.44551	-0.01219	-0.01160	-7.27844
-18.18979	-11.26481	-0.01359	-0.01280	3.94490
-13.88327	-10.46561	-0.01364	-0.01291	16.60681
-2.00206	-20.96179	-0.01885	-0.01682	10.37560
8.15043	-4.79127	-0.00903	-0.00881	3.25131
12.08288	-3.27749	-0.00662	-0.00651	-1.14817
11.63501	-1.72109	-0.00491	-0.00486	-2.74613
9.27146	-0.87136	-0.00383	-0.00381	-2.81458
6.54775	-0.66957	-0.00327	-0.00326	-2.51981
4.07998	-0.55308	-0.00288	-0.00288	-2.01536
2.14582	-0.37232	-0.00257	-0.00256	-1.18554
0.85770	-0.60053	-0.00249	-0.00248	-0.76649
0.14696	-0.47721	-0.00229	-0.00229	-0.12547
0.03557	-0.44506	-0.00217	-0.00217	0.57342
0.39544	-0.91998	-0.00229	-0.00228	0.41745
0.75334	-1.05268	-0.00221	-0.00220	0.02263

Приложение 2
продолжение

Исходные данные

$\varphi = 36^{\circ}$ $h_в = 0{,}65$ м
$\gamma = 17{,}5$ кН/м³ $b = 1{,}2$ м
$\alpha = 0{,}6$
$E_0 = 180$ МПа
$\lambda = 0{,}047$

Нагрузка по К-35 Схема 2

ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ x10 кН	ПРОГИБЫ упр. м	ПРОГИБЫ сум. м	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ x10 кПа	ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ x10 кНм
1.63220	-0.00793	0.07797	0.11017	0.40865
1.06355	-0.00565	-0.00570	-1.72388	1.49004
2.09113	-0.00529	-0.00530	-0.39368	2.95264
3.59148	-0.00513	-0.00513	0.00030	5.16196
5.09250	-0.00518	-0.00518	0.00085	8.75361
6.59381	-0.00570	-0.00570	0.00109	13.84619
8.09465	-0.00700	-0.00700	0.00070	20.43985
9.18426	-0.00934	-0.00936	-0.34199	28.43169
7.02429	-0.01330	-0.01348	-3.04998	36.80654
-0.41834	-0.01927	-0.01991	-7.45219	42.50717
-15.89101	-0.02758	-0.02937	-14.14390	40.08129
-42.86012	-0.03805	-0.04238	-23.72426	21.31616
-20.74013	-0.04344	-0.04706	-26.56667	-9.27167
-5.41042	-0.04911	-0.05703	-32.22523	-31.76938
14.80983	-0.04562	-0.05192	-28.14980	-35.89714
40.75204	-0.04004	-0.04453	-23.38148	-19.65685
21.18149	-0.03330	-0.03603	-17.55879	9.71698
8.03273	-0.02714	-0.02865	-12.20730	32.50392
-0.65730	-0.02276	-0.02363	-8.49169	41.65137
-7.61383	-0.02074	-0.02139	-7.04711	41.42746
-15.41774	-0.02100	-0.02172	-7.75326	33.60181
-26.14435	-0.02308	-0.02414	-10.18885	17.45341
-10.85356	-0.02613	-0.02775	-13.50768	-2.18675
0.68105	-0.02901	-0.03126	-16.63782	-13.97722
8.23660	-0.03100	-0.03391	-19.95370	-14.29304
22.89436	-0.02597	-0.02764	-14.03520	-4.28090
8.40813	-0.02330	-0.02472	-13.32187	11.32751
0.33997	-0.01770	-0.01833	-7.97346	21.33957
-3.59297	-0.01330	-0.01356	-4.52745	22.71371
-4.87259	-0.01011	-0.01022	-2.31636	19.78372
-4.69765	-0.00799	-0.00803	-1.10421	15.27517
-3.74800	-0.00662	-0.00663	-0.45863	10.77110
-2.74696	-0.00590	-0.00591	-0.41580	7.03597
-1.75910	-0.00544	-0.00545	-0.42678	4.28652
-0.99537	-0.00520	-0.00521	-0.41356	2.47048
-0.42135	-0.00502	-0.00504	-0.77165	1.42772
0.08871	-0.00482	-0.00483	-0.82495	0.98998
0.00567	-0.00474	-0.00477	-1.10169	0.51571

Исходные данные

$\varphi = 36°$

$\gamma = 1{,}75 \frac{кН}{м^3}$

$D = 0{,}8$

$E_0 = 305$ МПа

$d = 0.08$

$h_б = 0{,}65$ м

$b = 1.2$ м

Приложение 2

продолжение

Нагрузка по

К-35 Схема 2

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ x10 кНм	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ x10 кПа	ПРОГИБЫ сум. м	ПРОГИБЫ упр. м	ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ x10 кН
-0.35205	-2.42349	-0.00350	-0.00346	-1.40819
-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	2.33806
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
-19.38446	-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	-6.93624	-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	-0.21886
0.05373	-1.08235	-0.00317	-0.00315	-0.01767
0.08447	-0.92046	-0.00297	-0.00296	0.37778
0.27082	-1.55207	-0.00296	-0.00294	0.00809

Приложение 3
/справочное/

Пример расчета.

Определение усилий в балках и деформации.

Необходимо на причальном сооружении из заанкерованного шпунта заменить шпально- балластное основание рельсового пути, воспринимавщего крановую нагрузку К-25, на основание из сборных железобетонных балок под нагрузку К-35.

Из архивных данных установлено, что засыпка пазухи и территория образованы из среднезернистого песка со средним углом внутреннего трения $\varphi = 32^{\circ}35'$, сцеплением С=I кПа и γ=I 9 кН/м^3

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

Уровень воды находится на 3,I5 м ниже отметки территории.

Причал эксплуатируется 23 года.

Принимаем размеры балки: длина I2,5 м, ширина B=I,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= I 5 $\frac{кН}{м}$

Приложение 3
продолжение

Определяем характеристики грунтового основания после 23 лет эксплуатации причала.

Согласно п. 1.2. определяем

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

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

Определяем средневзвешенное значение $\gamma_{взв}$.

$$\gamma_{взв} = \frac{\gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2}{2b} = \frac{19 \cdot 2.0 + 10 \cdot 0.4}{2 \cdot 1.2} = 17.5 \ \frac{кН}{м^3}$$

Принимаем для расчета следующие значения характеристик основания грунта.

$\varphi = 34^0$; $C = 2$ кН/м^2 $\gamma = 17{,}5$ кН/м^3

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

Статический расчет балок на грунтовом основании проводим по программе (см. приложение 1) на принятие 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 $\frac{кН}{м}$

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.

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

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

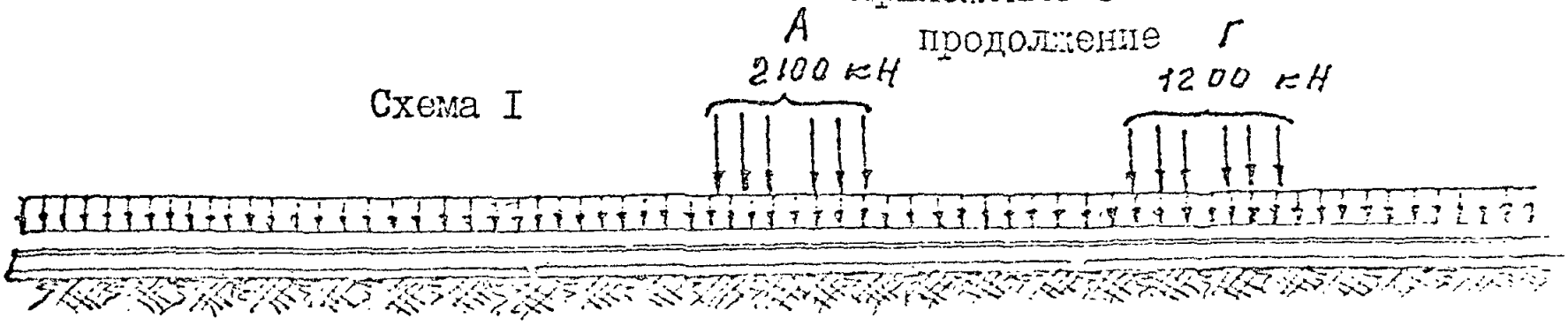
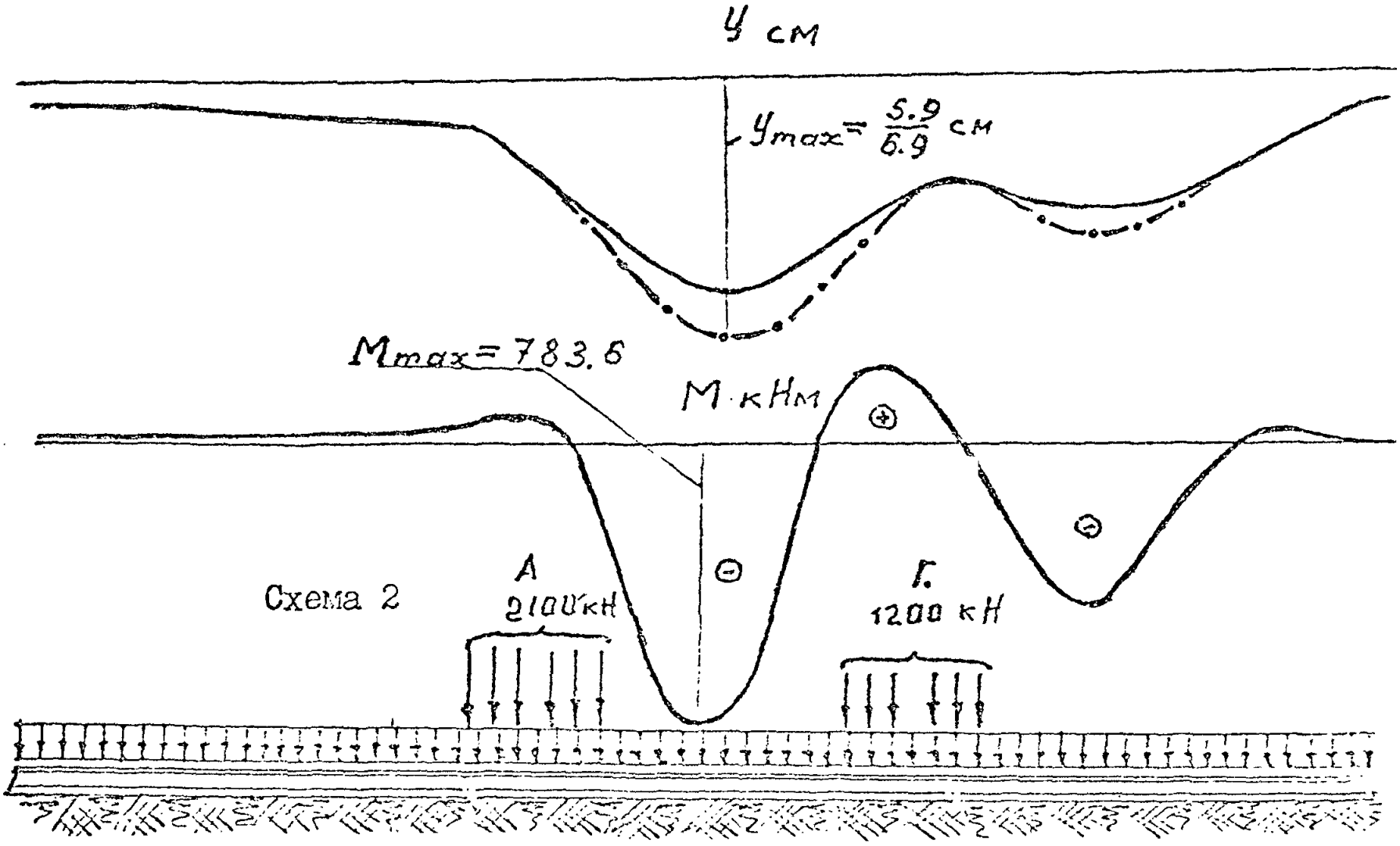


Схема I
А
2100 кН
продолжение Г
1200 кН


У см
Ymax= 5.9 / 6.9 см
Mmax=783.6
M кНм
Схема 2
А
2100 кН
Г
1200 кН

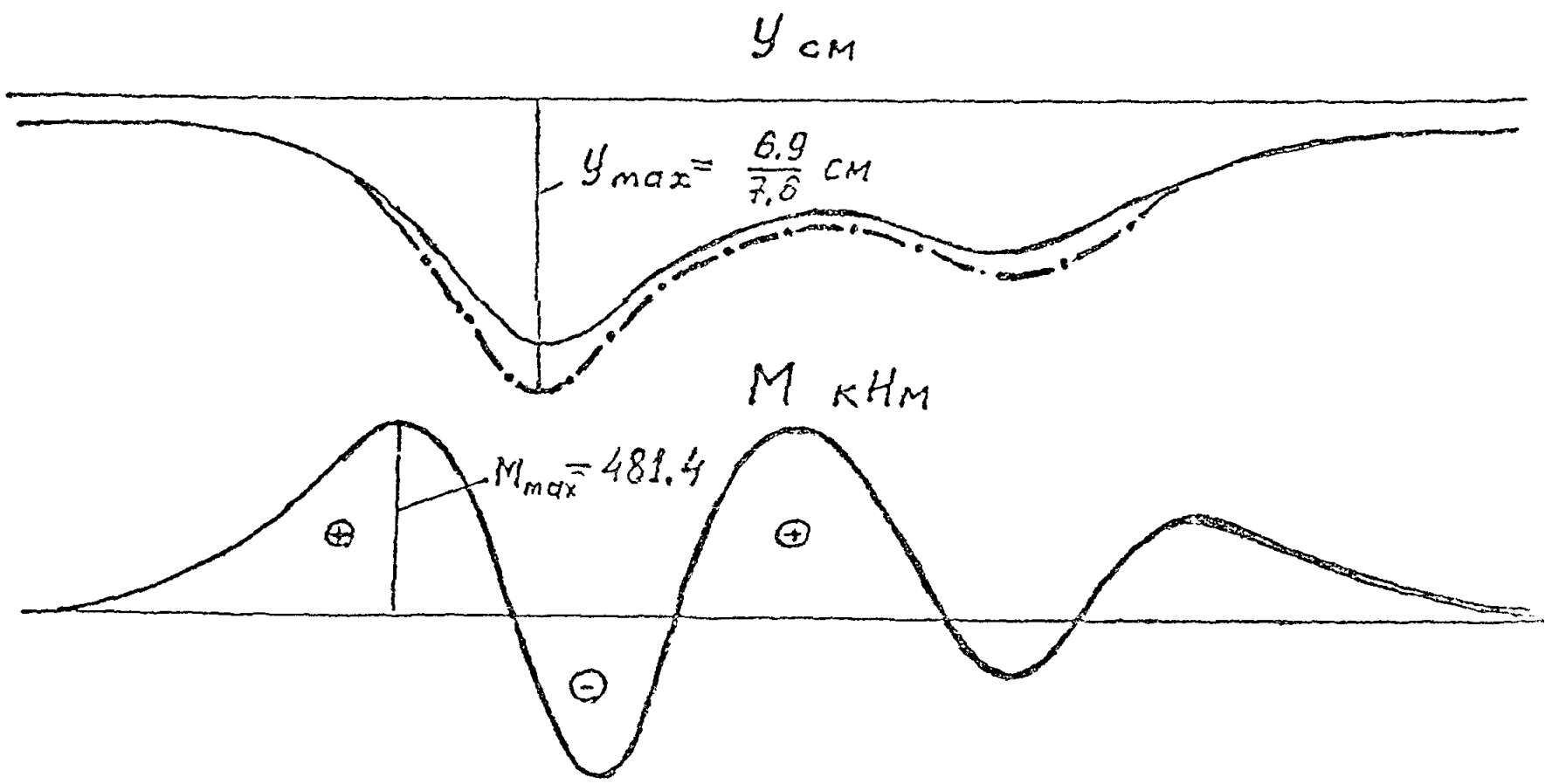

У см
Ymax= 6.9 / 7.6 см
M кНм
Mmax=481.4

Рис.6

Приложение 3
продолжение

$$y^{общ.}_{max} = 0.076\,м\ ,\quad y^{упр.}_{max} = 0,063\,м$$

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

Изгибающий момент растягивающий нижнюю грань балки

$$M_{расч.} = -m\,M_{max} = -1.25 \cdot 783.6 = -979,5\,кНм$$

Изгибающий момент растягивающий верхнюю грань балки.

$$M_{расч.} = +m \cdot M_{max} = 1.0 \cdot 481,4 = +481.4\,кНм$$

Определяем наибольший уклон рельсового пути.

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

где $y^{упр}_{max}$ наибольшая упругая осадка пути, м.

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

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

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

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.

$$M^{н}_{max} = -300 \cdot 1 \cdot 0,45 \cdot 0,5 \cdot 0,45 = 30.4\ кНм\ на\ 1\ пог.м.$$

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

Приложение 3
продолжение

Расчетный изгибающий момент M^p в соответствии с п.2.I3 определены по формуле:

$$M^p_{max} = m \cdot M^н_{max}, \text{ кН·м},$$

где m = I,25 - 0,35 $\bar{R}$

В соответствии с п. I.3 определяем $\bar{R} = \frac{R}{[R]}$,

$[R] = A \cdot B \cdot \gamma + B \cdot Q + Д \cdot C = 890,4 \frac{кН}{м2}$.

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

m = I,25 - 0,35 . 0,34 = I.I3

$M^p_{max} = (-1,13) \cdot 30,4$ кНм $= -34,4$ кН·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 загружения $y_{необр}$ 0,8 см.

После 30 проходов крана остаточные осадки составят

$$y^{n=30}_{необр} = n \cdot y^{n=1}_{необр} = 1.5 \cdot 0.8 \text{ см} = 1.2 \text{ см}$$

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

$$y^{n=30}_{необр} = 1.5 (y_{общ} - y_{упр}) = 1.5 (7.6 - 6.3) = 1.95 \text{ см},$$

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

Тогда при эксплуатации следует ожидать необратимые осадки равные $y_{необр}$ = I,95 см - I,2 см = 0,75 см.

Содержание

	стр
I. Характеристики грунтового основания	2
2. Расчёт конструкций	5
3. Конструирование и подготовка основания	I0
ПРИЛОЖЕНИЕ I / обязательное / Нормативные характеристики грунтового основания, образованного при строительстве	I5
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 / рекомендуемое/ Примеры расчёта сборных конструкций балок, выполненных по комбинированной модели основания	I6
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 / справочное/ Пример расчёта . Определение усилий в балках и деформации	38

gost.e-ecolog.ru