

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

Союзморниипроектм

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 ПЕРЕГРУЗАТЕЛЕЙ 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

II 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:

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

$$C_t = C_0 + K \cdot t, \frac{K H}{M^2} \quad (2)$$

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:

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

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:

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

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

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

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

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, $\frac{\kappa H}{M^2}$,

q - нагрузка на уровне подошвы балки от грунта и покрытия, $\frac{\kappa H}{M^2}$

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

$$E_0 = 0.08 (1 - \mu_0^2) \cdot [K] \cdot b^{\frac{[(2.5 - \bar{R}_0) - \bar{R}_0]^2}{(2.5 - \bar{R}_0)(1.5 - \bar{R}_0)}} \cdot M \cdot \Pi a, \quad (6)$$

где $[K]$ - коэффициент жесткости основания в момент достижения предельной несущей способности основания, $[K] = \frac{[R]}{[q]}$, $\frac{\kappa H}{M^3}$;

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;

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, ледащей 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

$$K_n = \frac{E_0}{\delta}, \quad \frac{\kappa H}{m_3}. \quad (7)$$

Грунтовое основание в расчетах принимают однородным.

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

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

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

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

n_k — коэффициент, определяемый по формуле:

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

\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 следует умножить на величину $K_{\text{ст}}$, определяемую по графику (рис. 2) по значениям отношения жесткости стыка к

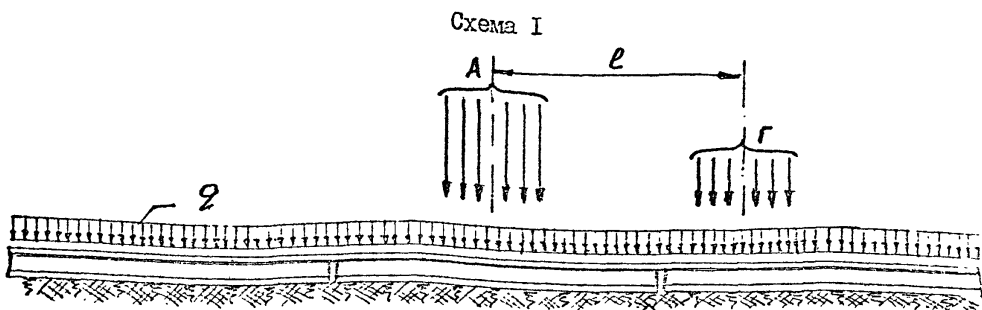


Схема 2

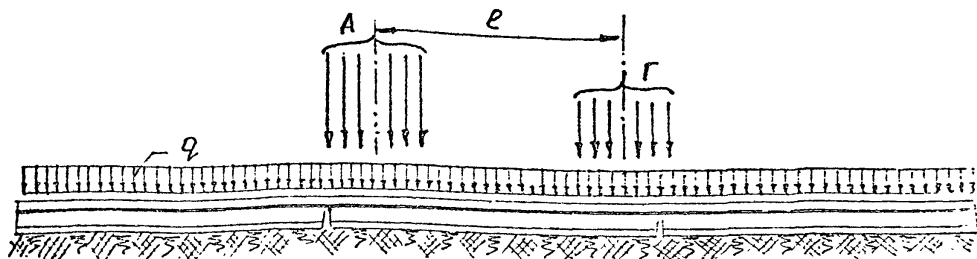


Рис. I. Схемы нагрузок от крана

- e — расстояние между осями ног крана, м,
 $A, Г$ — нагрузки на ноги крана, определяемые по РД 31.31.37-76,
 q — собственный вес конструкции, $\kappa H/м$.

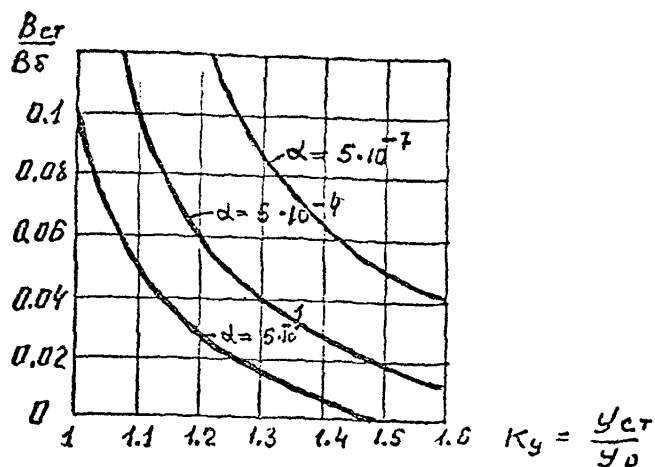


Рис. 2. График определения поправочного коэффициента K_y к прогибу балки в месте стыка.

$B_{ст}$ - жесткость стыка; $B_{б}$ - жесткость балки Па м^4 ;
 α - показатель гибкости системы "балка-основание"

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

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

y_0 - осадка балки в месте стыка, жесткость которого равна жесткости балки, $B_{ст} = B_{б}$, м .

жесткости балки и показателю гибкости системы $\alpha = \frac{\pi \cdot E_c \cdot C_y^2}{6 \cdot B_5 (L \cdot n^2)}$
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. 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 $0,1 > \alpha \geq 0,01$ — $m = 0,9$
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;

$$y_{необр.} = 1,5 \cdot y_{необр.}^{n=1} \cdot m \quad (11)$$

где $y_{необр.}^{n=1}$ — необратимые деформации после первого загрузки, 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.

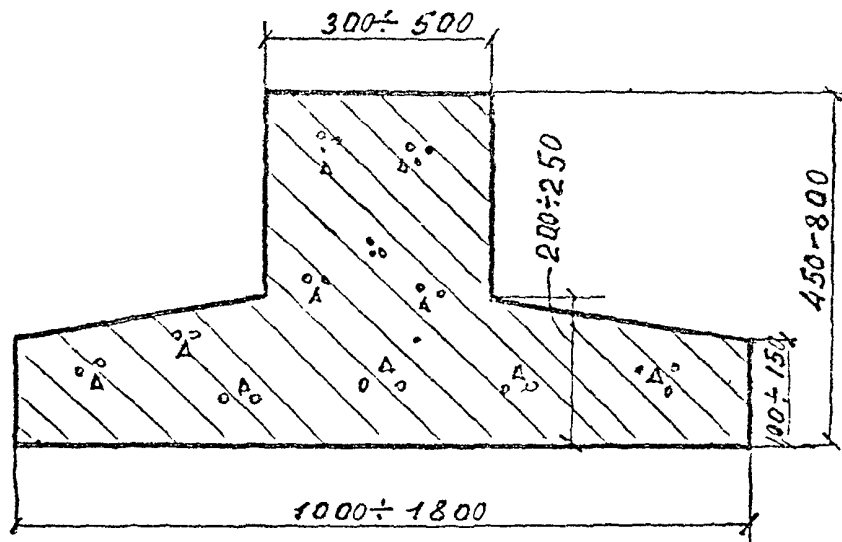


Рис. 3.

Рекомендуемые размеры сечения
балки.

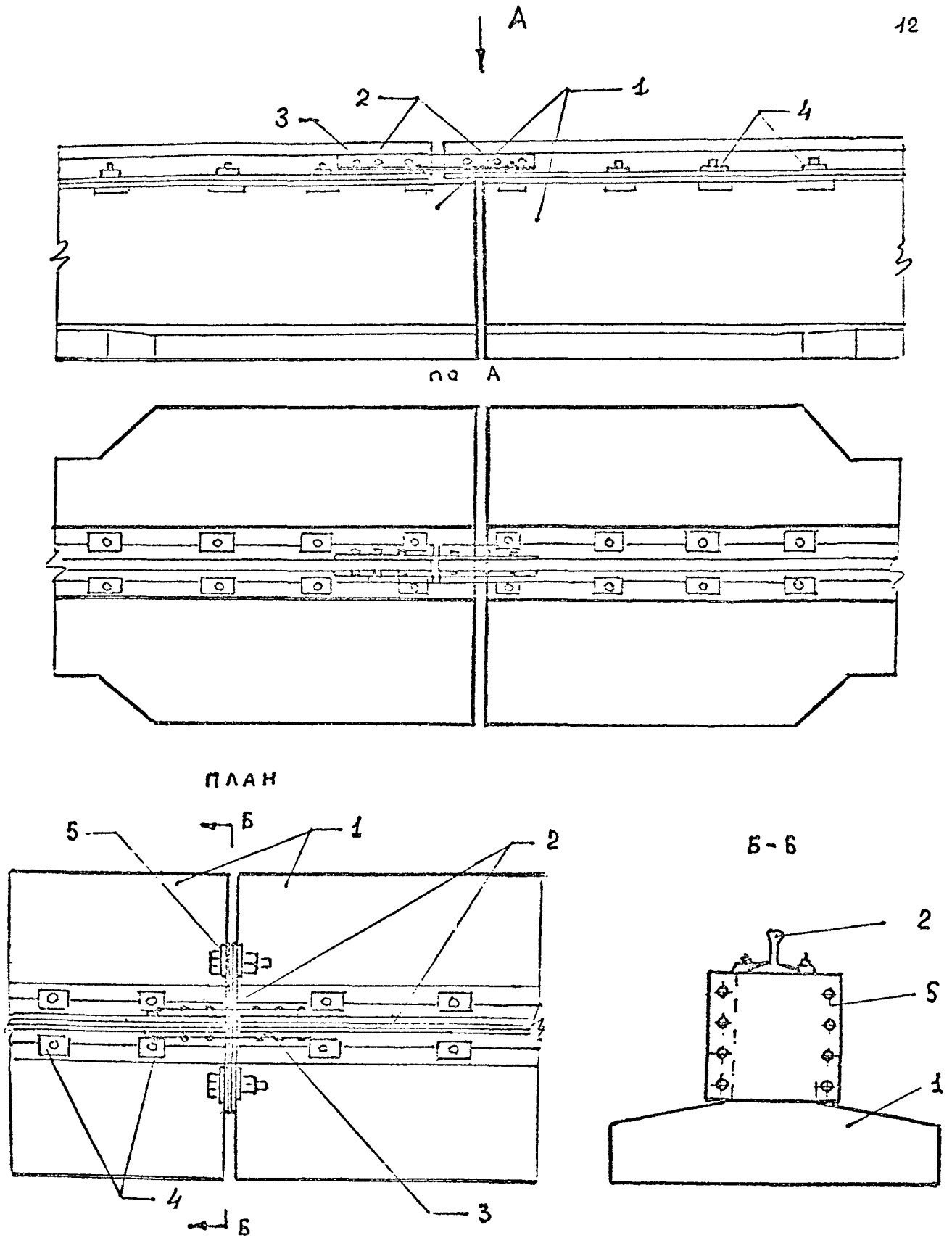


Рис. 4. Конструктивные решения соединения балок.

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

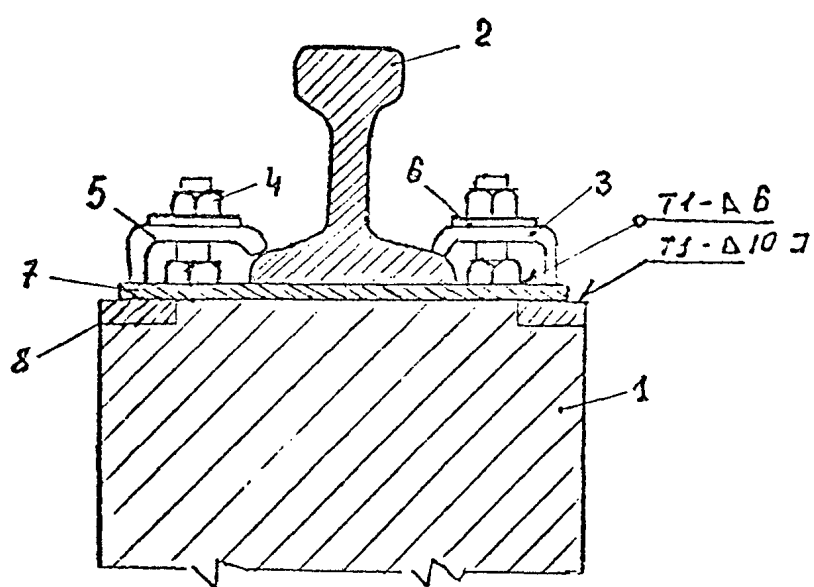


Рис. 5. Крепление рельса к балке.

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 $\Delta \sigma > 0,7$.

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 внутрен- него трения и коэффициент вариации		Модуль деформации E МПа и коэффициент Пуассона μ при нагрузке R на основание					
				0,2		0,4		0,6	
Гравелистый или щебеноч- ный	D	φ°	ν_φ	E	μ	E	μ	E	μ
	0,6	35	0,045	27		22		16	
	0,8	36		55	0,25	43	0,25	31	0,27
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 ЭЕМ 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 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.

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРОГИБЫ

ПРОГИБЫ

ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

$\times 10^4 \text{ КГМ}$	$\times 10^4 \text{ КГ/СМ}$	СМ. М	УПР. М	$\times 10^4 \text{ КГ}$
0.46365	0.31548	-0.00629	-0.00623	1.27850
1.46885	-2.69268	-0.01002	-0.00982	0.15961
1.98355	-1.43217	-0.00267	-0.00237	-0.05899
1.94133	-1.37628	-0.00760	-0.00958	-0.21053
1.77626	-1.22477	-0.00283	-0.00974	-0.18025
1.62023	-1.14402	-0.01012	-0.01003	-0.05308
1.57273	-1.12542	-0.01055	-0.01246	0.09642
1.07681	-1.03988	-0.01103	-0.01096	0.27656
1.96433	-1.06334	-0.01165	-0.01156	0.50055
2.48377	-1.00637	-0.01237	-0.01228	0.80011
3.31034	-0.91214	-0.01323	-0.01316	1.23556
4.65300	-0.65516	-0.01420	-0.01415	2.15936
0.94955	0.00212	-0.01357	-0.01357	3.66197
9.33219	-4.26225	-0.03529	-0.02448	0.04727
7.96847	-3.93556	-0.03098	-0.03432	-0.21140
-2.71750	-13.83078	-0.04293	-0.04476	24.36833
-23.60626	-18.44894	-0.06420	-0.05511	45.60707
-02.47912	-23.58501	-0.07773	-0.06408	19.90900
-33.20045	-26.79336	-0.08348	-0.06950	2.54008
-30.70323	-24.44206	-0.03760	-0.07030	24.80960
-55.19278	-24.00011	-0.03122	-0.06660	49.80067
-17.20654	-20.03049	-0.07020	-0.05975	27.35408
11.37003	-15.55555	-0.03727	-0.05220	9.70743
22.11278	-12.50509	-0.04298	-0.04531	3.79868
13.90181	-10.54564	-0.04309	-0.03970	14.45347
6.81372	-5.94471	-0.02295	-0.02973	-14.64712
-11.28557	-12.50261	-0.04493	-0.04674	-28.15024
-32.43465	-14.16453	-0.04258	-0.04434	13.64767
-40.51096	-15.60639	-0.05223	-0.04614	0.87536
-47.37003	-15.93374	-0.05131	-0.04536	11.97818
-34.93940	-14.02973	-0.04091	-0.04200	26.64250
-15.02558	-11.45816	-0.04015	-0.03671	14.30272
0.20762	-8.65684	-0.03284	-0.03072	5.50451
0.48137	-6.07502	-0.02035	-0.02486	0.30952
0.16735	-3.83900	-0.02002	-0.01944	3.41632
0.55783	-1.75212	-0.01065	-0.01446	4.01830
0.00904	2.81214	-0.00286	-0.00980	1.53700
-0.07132	0.00292	-0.00515	-0.00515	0.03352

$Q = 1,5 \frac{\text{КГ}}{\text{М}}$

2100 КН

К-35

Схема 1

4200 КН

Исходные данные
 $\varphi = 32^\circ$
 $\gamma = 17,5 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}$
 $\delta = 0,6$
 $E_0 = 104 \text{ МПа}$
 $\alpha = 0,027$

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

Нарушена по

ПРОДОЛЖЕНИЕ 2

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ X 10 КНМ	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ X 10 КПа	ПРОГИБЫ с.м. м
0.11243	-0.87380	-0.00449
0.29417	-1.77386	-0.00539
0.30101	-1.16005	-0.00532
0.18573	-1.31309	-0.00563
0.03991	-1.31558	-0.00588
-0.17849	-1.29766	-0.00612
-0.45715	-1.28999	-0.00637
-0.76140	-1.26763	-0.00659
-1.01267	-1.11819	-0.00681
-0.98685	-0.63235	-0.00684
-0.17590	-0.00004	-0.00698
1.94557	0.00087	-0.00712
5.56824	0.00227	-0.00761
9.85694	-2.78522	-0.01378
11.34903	-2.75398	-0.02225
3.92428	-14.42949	-0.03245
-19.27649	-19.97389	-0.04408
-51.56688	-24.67152	-0.05342
-71.96349	-27.28719	-0.06268
-70.32973	-27.31953	-0.06318
-46.72444	-24.83530	-0.05695
-11.48587	-20.48213	-0.04697
13.95836	-15.59844	-0.03706
22.00865	-11.30142	-0.02920
17.71707	-7.93744	-0.02345
6.26025	-1.70791	-0.01771
-10.42347	-11.66954	-0.02640
-29.55580	-14.31469	-0.03153
-41.51344	-16.38586	-0.03476
-41.67988	-16.61124	-0.03473
-28.53296	-15.61038	-0.03144
-9.64543	-12.23540	-0.02622
3.68262	-9.02780	-0.02056
7.88963	-8.15563	-0.01483
6.84512	-3.14276	-0.01112
3.71511	-0.51134	-0.00768
0.63641	0.00164	-0.00487
-0.69387	0.00424	-0.00210

ПРОГИБЫ у.м. м	ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ X 10 КН
-0.0044	0.45133
-0.00531	-0.17731
-0.00527	0.36936
-0.00557	-0.14507
-0.00581	0.22377
-0.00605	-0.28097
-0.00630	0.32895
-0.00653	0.27810
-0.00675	-0.11993
-0.00680	0.62125
-0.00698	2.12120
-0.00712	3.62225
-0.00761	5.12496
-0.01346	3.28269
-0.02062	-5.72208
-0.02854	-21.53746
-0.03673	-44.00607
-0.04401	-19.61191
-0.04841	1.64346
-0.04877	22.86002
-0.04514	47.05766
-0.03894	23.07910
-0.03224	6.76097
-0.02645	-5.30074
-0.02190	-13.32566
-0.01746	-13.87515
-0.02396	-25.65860
-0.02776	-11.33623
-0.03000	0.50073
-0.02992	12.06725
-0.02750	25.55455
-0.02355	12.37207
-0.01901	3.03872
-0.01419	-1.64803
-0.01083	-3.91935
-0.00765	-3.03296
-0.00487	-1.53098
-0.00210	-0.02590

Исходные данные
 $\varphi = 32^\circ$
 $\gamma = 175 \frac{\text{КН}}{\text{м}^3}$
 $\Phi = 0.8$
 $E_c = 176 \text{ МПа}$
 $\alpha = 0.046$
 $h = 0.65 \text{ м}$
 $B = 1.2 \text{ м}$
 Нагрузка по
 К-35 Схемa I
 Приложение 2
 продолжение

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРОГИБЫ

$\times 10 \text{ КНМ}$	$\times 10 \text{ КПа}$	см. м
0.12000	-0.56461	-0.03412
0.33152	-1.17130	-0.00508
0.37330	-0.80128	-0.00497
0.26559	-0.89166	-0.00525
0.16833	-0.85884	-0.00544
-0.11781	-0.87705	-0.00568
-0.46218	-0.84978	-0.00589
-0.76697	-0.78867	-0.00608
-0.91272	-0.71302	-0.00628
-0.86632	-0.54483	-0.00643
-0.18190	-0.11284	-0.00646
1.65595	0.66038	-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
-16.86635	-13.67392	-0.03581
-46.68706	-16.54460	-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
10.55183	-4.51311	-0.02057
5.56228	-1.12750	-0.01396
-10.40808	-7.23413	-0.02333
-28.75780	-9.49114	-0.02759
-40.14381	-11.24172	-0.03011
-39.60497	-11.32670	-0.02995
-27.38463	-10.14511	-0.02733
-8.94520	-7.89688	-0.02284
4.29674	-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

ПРОГИБЫ

дир. м
-0.0041
-0.00505
-0.00497
-0.00525
-0.00544
-0.00568
-0.00589
-0.00608
-0.00628
-0.00643
-0.00646
-0.00660
-0.00691
-0.01223
-0.01845
-0.02555
-0.03298
-0.03958
-0.04355
-0.04383
-0.04056
-0.03489
-0.02891
-0.02374
-0.01996
-0.01585
-0.02231
-0.02598
-0.02806
-0.02790
-0.02565
-0.02175
-0.01754
-0.01370
-0.01035
-0.00755
-0.00503
-0.00246

ПЕРЕБЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

$\times 10 \text{ КН}$
0.48360
-0.12473
-0.06703
-0.17203
-0.21795
-0.29664
-0.32624
-0.24584
-0.02928
0.49002
1.78690
3.28759
4.78975
3.17923
-4.60460
-19.23083
-41.26389
-17.76416
1.60698
20.98367
44.28659
21.67596
5.51016
-5.34948
-12.69308
-13.22258
-24.74399
-10.68893
0.57687
11.68831
24.92761
12.21323
3.59096
-1.59055
-3.99302
-4.04094
-1.53199
-0.02862

Исходные данные

$\varphi = 32^\circ$

$\gamma = 175 \cdot \frac{\text{КН}}{\text{м}^3}$

$\delta = 0,6$

$E_0 = 128 \text{ МПа}$

$h = 0,65 \text{ м}$

$\ell = 1,8 \text{ м}$

Нагрузка по

$\alpha = 0,034$

K-35 Схемат

Примечание 2

продолжение

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРОГИБЫ

$\times 10 \text{ кНм}$

$\times 10 \text{ кПа}$

сум. м

ПРОГИБЫ

угр. м

ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

$\times 10 \text{ кН}$

-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	-0.00305	-0.03451
-0.35209	-0.90841	-0.00327	-0.00325	-0.16964
-0.53063	-0.92818	-0.00343	-0.00341	-0.34037
-0.87911	-0.94620	-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
-2.38290	-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
3.36666	-0.03316	-0.00302	-0.00302	5.89777
11.74863	-4.57434	-0.01085	-0.01051	-1.15463
8.70082	-8.78137	-0.01641	-0.01544	-15.46109
-8.86572	-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
14.90854	-9.15848	-0.01307	-0.01695	2.29533
18.78273	-5.65032	-0.01360	-0.01308	-6.37523
13.63212	-2.92397	-0.01051	-0.01030	-10.14738
4.23640	-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	-0.01938	-0.01824	0.78835
-33.29686	-11.80482	-0.01934	-0.01780	11.03967
-21.73677	-10.64803	-0.01754	-0.01627	23.37323
-4.84903	-8.32768	-0.01438	-0.01357	9.88341
6.46862	-5.20577	-0.01064	-0.01026	2.01303
9.24169	-3.51770	-0.00813	-0.00793	-2.81884
7.25587	-1.66661	-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
-0.48210	0.00142	-0.00180	-0.00180	-0.03183

Исходные данные

$\varphi = 32^\circ$

$\gamma = 1.15 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$

$\phi = 0.8$

$E_0 = 217 \text{ МПа}$

$\delta = 0.057$

$h = 0.65 \text{ м}$

$E = 1.8 \text{ м}$

Нарузка по

$K = 35$

Схема 1

Предположение

продолжение

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ X 10 КНМ	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ X 10 КПа	ПРОГИБЫ сум. м	ПРОГИБЫ угр. м	ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ X 10 КН
0.26060	-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	-0.43047	-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	-0.01063	-0.01024	1.74238
9.85594	-9.02119	-0.02822	-0.02676	-7.58305
0.68572	-14.31172	-0.03718	-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	-0.03319	-0.03509	-12.71141
-44.89833	-15.54692	-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	-5.97931	-0.01768	-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	-0.00224	-0.00224	-1.54900
-7.80680	0.00471	-0.00229	-0.00229	-0.04334

Исходные данные
 ЧР = 34°
 $\delta = 115 \frac{K}{K3}$
 $\delta = 1.2 \mu$
 $E_0 = 136 \text{ МПа}$
 $\alpha = 0.036$
 Нагрузка по
 К-35 Схема J
 Исходные данные
 проложение

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ X 10 КНМ	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ X 10 КПа	ПРОГИБЫ СМ.	ПРОГИБЫ ДЕР. 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	-1.64215	-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	-0.00470	-0.00486	-0.48061
-1.39247	-1.29498	-0.00506	-0.00502	-0.53458
-1.85913	-1.66882	-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	-0.01564	-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	-0.04019	-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	-0.01721	-0.01790	-23.79732
-27.94552	-14.84417	-0.02352	-0.02129	-10.11032
-38.68304	-16.93428	-0.02584	-0.02305	1.06854
-37.84622	-17.70036	-0.02625	-0.02329	11.32091
-25.73776	-15.08084	-0.02307	-0.02085	24.72391
-7.64164	-12.17400	-0.01731	-0.01781	11.61511
4.90425	-7.07022	-0.01533	-0.01445	2.23034
8.28946	-5.22327	-0.01117	-0.01080	-2.53708
6.53161	-2.62723	-0.00309	-0.00795	-4.18976
3.01385	-0.30226	-0.00368	-0.00567	-3.05319
0.07680	-0.00114	-0.00397	-0.00397	-1.55182
-1.07436	-0.00082	-0.00183	-0.00183	-0.04724

$\varphi = 34^\circ$
 $\delta = 175$ КН
 $\delta = 1.2$
 $E_0 = 23.0$ МПа
 $\delta = 0.06$
 Нагрузка по
 K-35 Схема I
 продолжение

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРОГИБЫ

$\times 10 \text{ КНМ}$	$\times 10 \text{ КПа}$	сум. м
0.01801	-0.75330	-0.00330
-0.01614	-1.02933	-0.00373
-0.14793	-0.69833	-0.00367
-0.25261	-0.84711	-0.00394
-0.34413	-0.91153	-0.00418
-0.53887	-0.89254	-0.00434
-0.84861	-0.89230	-0.00452
-1.25384	-0.86838	-0.00469
-1.68570	-0.76348	-0.00480
-1.92010	-0.49919	-0.00481
-1.43737	-0.02211	-0.00473
0.34082	-0.00065	-0.00466
3.63015	-0.00103	-0.00524
7.98227	-0.97415	-0.00855
10.83653	-4.71465	-0.01379
6.61706	-8.64928	-0.01989
-11.96751	-13.24259	-0.02687
-39.65123	-17.50582	-0.03348
-57.33714	-20.20192	-0.03762
-56.19087	-20.17877	-0.03780
-36.23672	-17.60962	-0.03414
-6.34602	-13.37184	-0.02314
14.07693	-9.19958	-0.02216
18.97440	-6.03702	-0.01747
14.12995	-3.72142	-0.01414
4.16720	-1.22748	-0.01189
-10.14540	-6.82328	-0.01707
-26.60880	-9.90553	-0.02085
-36.36343	-11.79109	-0.02313
-35.10533	-12.03894	-0.02321
-23.22415	-10.52415	-0.02095
-5.87613	-8.09756	-0.01741
5.87374	-5.72060	-0.01374
8.74631	-3.52377	-0.01028
6.77927	-1.31903	-0.00712
3.26137	-0.61775	-0.00543
-0.19240	-0.22003	-0.00403
-1.45554	-0.00169	-0.00204

ПРОГИБЫ

гир. м
-0.00329
-0.00371
-0.00366
-0.00393
-0.00416
-0.00432
-0.00451
-0.00467
-0.00478
-0.00480
-0.00473
-0.00466
-0.00524
-0.00851
-0.01349
-0.01910
-0.02524
-0.03078
-0.03414
-0.03431
-0.03138
-0.02641
-0.02122
-0.01699
-0.01390
-0.01182
-0.01654
-0.01991
-0.02189
-0.02193
-0.01994
-0.01676
-0.01338
-0.01012
-0.00708
-0.00541
-0.00403
-0.00204

ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

$\times 10 \text{ КН}$
0.07205
-0.28073
-0.03773
-0.06253
-0.20329
-0.30985
-0.41599
-0.47907
-0.35333
-0.24813
1.78793
3.28910
4.79095
4.53749
-2.44887
-16.51756
-38.85422
-16.50870
1.12784
18.80605
41.10873
18.53943
3.48019
-5.88644
-11.08499
-11.79446
-22.57635
-8.90631
1.36974
11.19965
23.75618
10.68057
1.88349
-2.95930
-3.83356
-3.44551
-1.54946
-0.04641

$\varphi = 34^\circ$
 $\gamma = 175 \frac{\text{КН}}{\text{м}^3}$
 $\phi = 0.6$
 $E_c = 170 \text{ МПа}$
 $\alpha = 0.04$
 $h = 0.65 \text{ м}$
 $\beta = 1.8 \text{ м}$
 Наружка по
 К-35 Среда 1

Изменение
 прогибов

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРОГИБЫ
 $\times 10 \text{ КН/М}$ $\times 10 \text{ КПа}$ см/м

-0.07276	-0.99502	-0.00205
-0.29310	-0.83793	-0.00211
-0.48890	-0.60769	-0.00211
-0.49815	-0.86508	-0.00233
-0.46649	-0.90439	-0.00247
-0.57309	-0.96670	-0.00262
-0.89461	-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
-0.89674	-0.00123	-0.00238
2.13201	-0.00072	-0.00315
6.66204	0.00016	-0.00435
10.96143	-3.84691	-0.00762
9.40489	-8.20838	-0.01173
-5.40936	-13.42013	-0.01082
-29.92421	-18.56384	-0.02208
-45.98151	-21.49101	-0.02338
-45.36203	-21.39455	-0.02342
-27.98155	-18.47333	-0.02234
-1.97712	-13.32768	-0.01736
14.46973	-8.61043	-0.01291
16.46024	-4.90998	-0.00754
10.71446	-1.65044	-0.00708
2.59958	-1.27597	-0.00484
-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
-3.26858	-8.25104	-0.01063
6.46683	-4.76226	-0.00766
8.32549	-3.01755	-0.00577
6.18213	-1.42684	-0.00419
2.74071	-0.34828	-0.00306
-0.15646	0.00007	-0.00242
-1.71064	0.00071	-0.00170

ПРОГИБЫ
 см/м

-0.00203
-0.00211
-0.00211
-0.00232
-0.00246
-0.00260
-0.00272
-0.00280
-0.00284
-0.00280
-0.00265
-0.00238
-0.00315
-0.00435
-0.00762
-0.01124
-0.01566
-0.01998
-0.02259
-0.02263
-0.02023
-0.01616
-0.01235
-0.00930
-0.00702
-0.00679
-0.00969
-0.01258
-0.01403
-0.01419
-0.01246
-0.01018
-0.00747
-0.00568
-0.00416
-0.00306
-0.00242
-0.00176

ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ
 $\times 10 \text{ КН}$

-0.29103
-0.29931
0.10648
0.04935
-0.07856
-0.31861
0.57032
0.75274
0.07066
0.02635
1.52677
3.02898
4.53028
6.03057
0.60613
-12.66896
-35.32516
-14.74008
0.57611
16.06592
36.81392
14.32410
0.32533
-7.01263
-8.48335
-9.28009
-19.25797
-7.00798
1.73674
9.60204
21.49780
8.14593
1.07279
-2.85881
-3.92711
-3.05401
-1.55388
-0.05261

Исходные данные
 $\varphi = 34^\circ$
 $\delta = 175 \text{ КН}$
 $\lambda = 1.8$
 $E_0 = 267 \text{ МПа}$
 $\alpha = 0.075$
 $h = 0.65 \text{ м}$
 $\delta = 1.8$
 Нагрузка по
 К-35 Схема 1
 продольное

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ $\times 10 \text{ КНМ}$	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ $\times 10 \text{ КПа}$	ПРОГИБЫ см. м
0.06396	-1.03680	-0.00441
0.14363	-1.62404	-0.00511
0.10108	-1.12251	-0.00511
0.01754	-1.26757	-0.00541
-0.05984	-1.32180	-0.00569
-0.20038	-1.25937	-0.00593
-0.40966	-1.30862	-0.00620
-0.67130	-1.25791	-0.00644
-0.90583	-1.08521	-0.00662
-0.89920	-0.76813	-0.00677
-0.26038	-0.27062	-0.00696
1.48590	0.00060	-0.00712
4.65184	0.00160	-0.00777
8.65315	-2.21929	-0.01262
10.52201	-7.67126	-0.01930
4.61321	-13.36374	-0.02709
-15.99631	-19.60373	-0.03371
-45.44321	-25.63670	-0.04400
-64.02440	-29.15379	-0.04918
-62.54538	-29.18842	-0.04954
-41.05247	-25.75627	-0.04513
-8.89806	-20.01070	-0.03784
13.80157	-14.68829	-0.03068
20.29230	-10.04205	-0.02484
15.85498	-6.85516	-0.02058
5.26019	-1.77233	-0.01694
-10.19634	-10.80593	-0.02346
-28.04424	-14.56678	-0.02765
-39.02815	-17.14037	-0.03023
-38.34221	-17.23381	-0.03004
-26.25627	-15.39117	-0.02742
-8.23345	-12.19506	-0.02313
4.42136	-8.10963	-0.01805
8.54026	-5.04163	-0.01387
7.63142	-3.56473	-0.01096
4.24065	-1.10447	-0.00784
0.84462	0.76532	-0.00357
-0.91674	0.00283	-0.00303

ПРОГИБЫ см. м	ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ $\times 10 \text{ КН}$
-0.00439	0.25584
-0.00508	-0.19301
-0.00509	-0.04002
-0.00538	-0.06110
-0.00566	-0.14727
-0.00590	-0.20651
-0.00616	-0.27635
-0.00640	-0.28634
-0.00659	-0.08859
-0.00675	0.48966
-0.00695	1.66492
-0.00712	3.16564
-0.00777	4.66756
-0.01250	3.50446
-0.01866	-4.20104
-0.02553	-18.73752
-0.03269	-40.76199
-0.03914	-17.52605
-0.04300	1.48940
-0.04331	20.46329
-0.04012	43.55576
-0.03458	21.04291
-0.02876	5.15697
-0.02376	5.39349
-0.01997	12.11968
-0.01681	12.74648
-0.02237	24.21359
-0.02591	10.21773
-0.02800	0.71382
-0.02781	11.53325
-0.02560	24.56384
-0.02191	11.42978
-0.01742	3.19823
-0.01357	-1.35172
-0.01080	-4.12940
-0.00780	-3.95477
-0.00555	-1.53639
-0.00303	-0.03300

$\varphi = 36^\circ$
 $\delta = 175 \frac{\text{КН}}{\text{м}^3}$
 $E_0 = 180 \text{ МПа.}$
 $\alpha = 0.047$
 $h = 0.65 \text{ м}$
 $\epsilon = 1.2 \text{ м}$
 Нагрузка по
 Схеме I
 продолжение

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРОГИБЫ

ПРОГИБЫ

ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

$\times 10^4 \text{ кНм}$

$\times 10^4 \text{ кПа}$

см. м

см. м

$\times 10^4 \text{ кН}$

-0.04645	-1.40484	-0.00273
-0.17865	-1.22612	-0.00288
-0.27879	-1.03610	-0.00297
-0.25661	-1.27392	-0.00321
-0.23030	-1.36230	-0.00340
-0.33500	-1.41818	-0.00357
-0.62649	-1.42399	-0.00373
-1.10010	-1.34091	-0.00385
-1.65861	-1.17715	-0.00393
-2.60901	-0.61112	-0.00390
-1.57913	0.00036	-0.00378
0.16815	0.00174	-0.00360
3.41704	0.00153	-0.00442
8.05686	-0.36836	-0.00656
11.94160	-6.78174	-0.01099
9.23632	-13.03480	-0.01639
-7.91166	-20.29105	-0.02297
-34.60826	-26.96184	-0.02758
-51.91732	-30.74377	-0.03377
-50.96753	-30.68721	-0.03389
-31.71080	-26.85884	-0.03303
-3.03181	-20.43756	-0.02402
15.79406	-13.85988	-0.01427
19.17747	-8.31813	-0.01377
13.73308	-3.92948	-0.01067
4.36725	-1.89352	-0.00972
-8.70847	-9.65051	-0.01363
-23.76126	-15.39583	-0.01753
-32.51196	-18.55132	-0.01789
-31.06487	-18.50667	-0.01776
-19.74171	-16.51688	-0.01777
-3.53326	-12.17522	-0.01421
7.15720	-7.52493	-0.01059
9.69453	-4.95286	-0.00810
7.77351	-2.43295	-0.00594
4.30166	-0.34824	-0.00427
1.30091	0.00070	-0.00318
-0.11097	0.00232	-0.00203

-0.00271	-0.00284
-0.00293	-0.00319
-0.00337	-0.00337
-0.00355	-0.00370
-0.00382	-0.00382
-0.00391	-0.00388
-0.00378	-0.00360
-0.00442	-0.00655
-0.01063	-0.01536
-0.02072	-0.02573
-0.02876	-0.02888
-0.02614	-0.02163
-0.01703	-0.01322
-0.01047	-0.00963
-0.01299	-0.01623
-0.01811	-0.01800
-0.01636	-0.01338
-0.01020	-0.00790
-0.00587	-0.00426
-0.00318	-0.00203

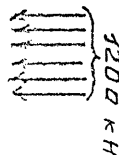
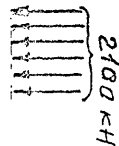
-0.18581	0.39953
-0.15715	0.04682
	-0.08793
	-0.28975
	-0.49854
	-0.60764
	-0.52021
	0.24644
	1.74687
	3.24895
	4.75078
	5.30875
	-0.82934
	-14.97110
	-37.32034
	-16.17456
	0.73291
	18.10825
	39.87764
	16.85257
	1.72072
	-6.76104
	-9.97041
	-10.74864
	-20.82924
	-7.80423
	1.43419
	10.72618
	22.40593
	9.29567
	1.76575
	-2.67767
	-4.39722
	-3.01516
	-1.51432
	-0.01154

Исходные данные
 $\varphi = 36^\circ$
 $\gamma = 175 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$
 $\phi = 0,8$
 $E_0 = 305 \text{ МПа}$
 $\alpha = 0,08$
 $h = 0,65 \text{ м}$
 $E = 4,2 \text{ м}$
 Нагрузка по
 IC-35 Схема I.
 Иллюстрация 2 -
 продолжение

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРОГИБЫ ПРОГИБЫ ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

$\times 10^4 \text{ КНМ}$	$\times 10^4 \text{ КПа}$	Сум. М	Учр. М	$\times 10^4 \text{ КН}$
0.39541	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	4.58360
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	-0.31131	-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	-0.07989	-0.06652	-48.03493
-15.37754	-25.81416	-0.09440	-0.07521	-25.01193
-41.04765	-28.00806	-0.10334	-0.08173	-4.62161
-44.83583	-25.22995	-0.09424	-0.07649	19.10245
-24.72226	-21.85289	-0.08209	-0.06869	46.87898
10.27925	-17.70105	-0.06339	-0.05935	27.13721
38.57187	-13.78496	-0.05052	-0.05070	12.09576
51.55202	-10.80374	-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	-10.50257	-0.04560	-0.04182	-30.93350
-0.60913	-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
23.13540	-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	-0.68778	-0.01261	-0.01252	-4.90489
11.72565	-0.58624	-0.01076	-0.01071	-4.10838
7.45008	-0.47660	-0.00962	-0.00959	-3.18030
4.46145	-0.49822	-0.00388	-0.00885	-2.27816
2.18129	-0.50450	-0.00330	-0.00827	-1.38355
0.77414	-0.59027	-0.00288	-0.00785	-0.59260
0.13151	-0.75554	-0.00149	-0.00744	0.00076

$Q = 1.5 \frac{\text{КН}}{\text{М}}$



$\psi = 3.2^\circ$
 $\delta = 1.75 \frac{\text{КН}}{\text{МЗ}}$
 $b = 0.6$
 $E_0 = 104 \text{ МПа}$
 $\alpha = 0.027$

$h_s = 0.65$
 $b = 1.2 \text{ м}$

Испытание 2
 продольно
 К-35
 Нарезка по
 Среза 2

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРОГИБЫ
 $\times 10^4 \text{ КНМ}$ $\times 10^4 \text{ КПа}$ СМ. М

ПРОГИБЫ ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ
 УНП М $\times 10^4 \text{ КН}$

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
21.85690	-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	-17.83591	-0.04191	-0.03565	22.45494
34.60046	-12.75463	-0.03240	-0.02895	8.64938
44.36137	-9.04961	-0.02017	-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	-0.03303	-0.03028	0.23660
-14.91403	-19.00552	-0.03345	-0.03235	8.92996
-4.56698	-14.28164	-0.03110	-0.02739	23.29199
11.55760	-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	-0.00493	-0.00494	-0.04149
1.02180	-1.26075	-0.00483	-0.00483	0.02859

$\varphi = 32^\circ$
 $\delta = 17.5^\circ$
 $\phi = 0.8$
 $E_c = 176 \text{ МПа}$
 $\alpha = 0.046$
 $h_f = 0.05 \text{ м}$
 $\delta = h/2$
 $k=35$
 Схема 2
 пропорциональные
 нагрузки по

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРОГИБЫ

$\times 10 \text{ КНМ}$	$\times 10 \text{ КПа}$	СМ. 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
7.73829	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
43.59289	-5.09748	-0.01975
40.74898	-9.54145	-0.02944
21.48193	-15.64663	-0.04262
-9.54140	-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	-5.85346	-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

УЩ. М
0.07669
-0.00537
-0.00495
-0.00470
-0.00469
-0.00518
-0.00652
-0.00892
-0.01300
-0.01914
-0.02774
-0.03859
-0.04411
-0.04986
-0.04614
-0.04039
-0.03345
-0.02715
-0.02264
-0.02052
-0.02076
-0.02291
-0.02612
-0.02901
-0.03119
-0.02623
-0.02336
-0.01765
-0.01312
-0.00982
-0.00771
-0.00628
-0.00553
-0.00510
-0.00461
-0.00471
-0.00468
-0.00455

ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

$\times 10 \text{ КН}$
1.61595
1.25976
2.31646
3.81686
5.31793
6.81924
8.32002
9.21623
6.83035
-0.84511
16.51971
43.18364
21.20631
-5.23590
15.27361
41.36464
21.77150
8.37421
-0.66201
-7.90185
15.87583
26.63744
11.32253
0.53218
8.71202
23.01982
8.80380
0.58999
3.50443
4.86558
4.83335
3.92576
2.87020
1.84827
1.06424
0.35342
0.00286
0.03614

$\varphi = 32^\circ$
 $\chi = 1.75 \frac{\text{КН}}{\text{МЗ}}$
 $\delta = 0.034$
 $E_0 = 129 \text{ МПа}$
 $h = 0.65 \text{ м}$
 $B = 1.8 \text{ м}$
 Нагрузка по
 К-35 Схема 2
 ПРОДОЛЖЕНИЕ

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРОГИБЫ

X 10 КН/М	Y 10 КПа	Сум. М
-0.43978	-1.81063	-0.00359
-1.38409	0.00011	-0.00259
-1.71974	-0.17035	-0.00285
-0.81926	-0.24580	-0.00310
1.23560	-0.10606	-0.00327
4.58447	0.00014	-0.00343
9.38583	0.00020	-0.00387
15.66907	-0.04080	-0.00480
22.89813	-1.15001	-0.00666
29.07771	-3.32482	-0.00980
29.90926	-7.41823	-0.01500
17.96423	-13.56433	-0.02261
-5.37629	-23.27655	-0.03356
-25.05042	-22.56031	-0.03413
-30.62199	-20.24788	-0.03143
-17.29512	-16.49486	-0.02660
6.37632	-11.49676	-0.02061
24.36201	-7.20226	-0.01557
30.18135	-4.46832	-0.01234
28.60185	-3.63635	-0.01112
21.23096	-4.46217	-0.01166
6.77122	-6.52572	-0.01353
-10.61641	-8.99277	-0.01591
-19.80624	-10.60443	-0.01760
-15.52913	-9.87146	-0.01774
-2.85696	-20.99673	-0.02582
8.27520	-4.89067	-0.01210
12.96417	-3.53958	-0.00902
12.86744	-1.99837	-0.00674
10.41885	-1.02457	-0.00520
7.40196	-0.54827	-0.00425
4.73729	-0.42953	-0.00373
2.76179	-0.39389	-0.00340
1.48775	-0.55877	-0.00328
0.74870	-0.63065	-0.00315
0.39722	-0.65419	-0.00301
0.33954	-0.73871	-0.00291
0.41413	-0.51097	-0.00281

ПРОГИБЫ

Y р. 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

ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

X 10 КН
-1.75914
-0.25894
0.23443
1.99198
3.30108
4.80133
6.30170
7.72825
7.15824
2.67356
-9.17925
-32.29503
-19.99281
-6.61577
10.23805
35.24731
16.05315
4.58908
-1.95389
-6.99932
-13.53123
-23.77751
-8.46449
3.94717
17.07856
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

$\varphi = 32^\circ$
 $\gamma = 1.75 \frac{\text{КН}}{\text{М}^3}$
 $\delta = 1.8 \text{ м}$
 $E_0 = 2.17 \text{ МПа}$
 $\delta = 0.057$
 $K = 35$
 Нагрузка по
 Схеме 2
 продольная

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРОГИБЫ
 $\times 10^4 \text{ КНМ}$ $\times 10^4 \text{ КПа}$ СМ. М

ПРОГИБЫ ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ
 Упр. М $\times 10^4 \text{ КН}$

0,39991	0,08334	-0,07649	-0,07646	1,059965
1,68410	-0,08849	-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	-0,00310	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	-0,06781	-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	-0,75755	-0,00625	-0,00622	0,17685
1,11761	-1,07744	-0,00606	-0,00603	0,03023

$$\alpha = 0,036$$

$$E_0 = 136 \text{ МПа}$$

$$\varphi = 34^\circ$$

$$\delta = 4,75 \frac{\text{КН}}{\text{МЗ}}$$

$$h \delta = 0,65$$

$$\beta = 1,2$$

Нагрузка по

К-35 Схема 2

Иллюстрация в
продолжение

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРОГИБЫ

$\times 10 \text{ КНМ}$	$\times 10 \text{ КПа}$	СУМ. М
-1.67877	-6.84589	-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
27.93160	-12.37695	-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	-1.05095	-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

ПРОГИБЫ

УСР. М
-0.00705
0.05209
0.04110
0.03073
0.02119
0.01259
0.00494
-0.00182
-0.00792
-0.01407
-0.02107
-0.02932
-0.04671
-0.03969
-0.03727
-0.03273
-0.02695
-0.02165
-0.01794
-0.01618
-0.01628
-0.01761
-0.01932
-0.02004
-0.01915
-0.04068
-0.01429
-0.01135
-0.00904
-0.00730
-0.00611
-0.00543
-0.00490
-0.00466
-0.00446
-0.00434
-0.00392
-0.00362

ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

$\times 10 \text{ КН}$
-6.71506
-5.09943
-3.50699
-1.93563
-0.38338
1.15175
2.67124
14.80243
15.30434
8.54526
-5.99171
28.05313
25.44807
-6.47958
13.88206
39.31424
19.26146
5.90912
-2.82448
-9.67934
17.42104
27.70241
10.90054
5.15916
27.94482
5.35072
4.13680
0.29471
1.76768
2.39187
-2.15300
-1.72843
-1.17766
-0.80115
-0.54521
-0.64468
-0.27325
0.00123

Масштаб: 1:1000

Приложение 2 3.3
продолжение

$\varphi = 34^\circ$
 $\gamma = 1.75 \frac{\text{КН}}{\text{м}^3}$
 $\phi = 0.8$
 $E_0 = 230 \text{ МПа}$
 $h = 0.65 \text{ м}$
 $\delta = 1.2 \text{ м}$

Нагрузка по

К-35 Схема 2

$\alpha = 0.06$

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ · РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРОГИБЫ

$\times 10^4 \text{ КНМ}$	$\times 10^4 \text{ КПС}$	СУМ. М
-0.62156	-2.21458	-0.00491
-2.11078	0.00101	-0.00241
-2.87740	0.48501	-0.00304
-1.68369	0.05193	-0.00359
1.28978	0.03283	-0.00400
5.81621	0.00009	-0.00444
11.85750	0.00003	-0.00521
19.21526	-0.40779	-0.00661
26.98199	-1.60851	-0.00912
32.83183	-3.96807	-0.01323
32.37375	-7.80631	-0.01938
18.54851	-13.45752	-0.02798
-6.82407	-23.43942	-0.04051
-28.09187	-21.37523	-0.03976
-33.88698	-19.42647	-0.03709
-19.98256	-15.99507	-0.03204
6.46929	-11.53347	-0.02571
26.52034	-7.66212	-0.02019
33.66338	-5.16005	-0.01650
32.29497	-4.26548	-0.01493
24.07776	-4.86229	-0.01531
8.10064	-6.58687	-0.01717
-10.89963	-8.68260	-0.01958
-21.17772	-9.99395	-0.02124
-16.96680	-9.12054	-0.02136
-3.52039	-21.23759	-0.03152
8.52026	-4.86082	-0.01532
13.87339	-3.68136	-0.01163
14.44397	-2.18187	-0.00884
12.21808	-1.28045	-0.00694
9.06977	-0.64094	-0.00559
6.06737	-0.44667	-0.00482
3.68230	-0.41410	-0.00437
2.02322	-0.47115	-0.00411
0.99428	-0.56327	-0.00395
0.45638	-0.64469	-0.00382
0.27533	-0.62750	-0.00367
0.28733	-0.82436	-0.00356

ПРОГИБЫ

УПР. М
-0.00486
-0.00241
-0.00303
-0.00359
-0.00400
-0.00444
-0.00521
-0.00660
-0.00905
-0.01299
-0.01869
-0.02626
-0.03616
-0.03587
-0.03379
-0.02969
-0.02435
-0.01949
-0.01611
-0.01463
-0.01497
-0.01665
-0.01880
-0.02026
-0.02047
-0.02845
-0.01498
-0.01143
-0.00875
-0.00690
-0.00557
-0.00481
-0.00436
-0.00410
-0.00394
-0.00381
-0.00366
-0.00354

ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

$\times 10^4 \text{ КН}$
-2.48624
-0.98442
1.38860
2.98207
4.54116
6.04133
7.54137
8.30698
6.91166
1.26914
11.28221
34.00572
22.19667
-6.67207
12.36029
37.56918
18.30894
6.01714
-1.77096
-7.94881
15.20093
25.55730
9.68597
3.81592
18.89896
12.17130
4.92237
0.20409
2.63145
3.43626
3.08996
2.39396
1.63934
-0.98740
-0.50129
-0.16138
0.10113
0.00839

Исходные данные

Протяжение 2
продолжение

54

$$\varphi = 34^\circ$$

$$\gamma = 175 \frac{\text{КН}}{\text{м}^3}$$

$$\phi = 0.6$$

$$F_0 = 170 \text{ МПа}$$

$$\alpha = 0.044$$

$$h = 0.65 \text{ м}$$

$$b = 1.8 \text{ м}$$

Нагрузка по

к-35 Схемa 2

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ X10 КНМ	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ X10 КПа	ПРОГИБЫ СМ, М
-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	-0,00696
27,19553	-6,86696	-0,01083
-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
6,30107	-11,42304	-0,01527
22,00714	-6,60994	-0,01123
26,43526	-3,75247	-0,00974
24,67613	-2,56788	-0,00787
18,26511	-3,58272	-0,00341
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	-20,56179	-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	-0,00249
0,14698	-0,42721	-0,00229
0,03557	-0,44506	-0,00217
0,39544	-0,51998	-0,00229
6,75134	-1,09268	-0,00221

ПРОГИБЫ СМ, М	ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ X10 КН
-0,00257	-1,25031
-0,00216	-0,12902
-0,00238	0,42783
-0,00248	1,15897
-0,00255	2,26710
-0,00265	3,86152
-0,00286	5,36200
-0,00343	6,86233
-0,00460	7,41414
-0,00686	3,93613
-0,01043	-6,92439
-0,01557	-29,99686
-0,02146	-17,59325
-0,02261	-6,30583
-0,02124	9,37454
-0,01831	32,60162
-0,01437	13,54016
-0,01085	3,14228
-0,00857	-2,11217
-0,00773	-5,95435
-0,00824	-11,62325
-0,00976	-21,77654
-0,01160	-7,27844
-0,01280	3,94490
-0,01291	16,60681
-0,01682	10,37560
-0,00881	3,25131
-0,00651	-1,14817
-0,00486	-2,74613
-0,00381	-2,81458
-0,00326	-2,51981
-0,00288	-2,01536
-0,00256	-1,18554
-0,00248	-0,76649
-0,00229	-0,12547
-0,00217	0,57342
-0,00228	0,41745
-0,00220	0,02263

ПОДОПОРКА А. ДИНО
 $\varphi = 34^\circ$
 $\gamma = 17,5 \frac{\text{КН}}{\text{М}^3}$
 $\delta = 0,8$
 $E_0 = 287 \text{ МПа}$
 $\alpha = 0,075$
 $h = 0,65 \text{ м}$
 $\beta = 1,8 \text{ м}$
 Приложение 2
 Приложение
 Наружка по
 К-35 Схема 2

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ РЕАКТИВНЫЕ ДАВЛЕНИЯ ПРОГИБЫ

$\times 10^4 \text{ КН/М}$	$\times 10^4 \text{ К/ПД}$	СМ. М
0,40805	0,11017	0,07797
1,49004	-1,72388	-0,00570
2,95264	-0,39368	-0,00530
5,16196	0,00030	-0,00513
8,75361	0,00085	-0,00518
13,84619	0,00109	-0,00570
20,43985	0,00070	-0,00700
28,43169	-0,34199	-0,00736
36,80354	-3,04998	-0,01348
42,50717	-7,45219	-0,01791
40,08129	-14,14390	-0,02737
21,31616	-23,72426	-0,04238
-9,27167	-26,56667	-0,04706
-31,70933	-32,22523	-0,05703
-35,89714	-28,14980	-0,05192
-19,65685	-23,38148	-0,04453
4,71698	-17,55879	-0,03603
32,50392	-12,20730	-0,02865
41,65137	-8,49169	-0,02363
41,42746	-7,04711	-0,02139
33,60181	-7,75326	-0,02172
17,45341	-10,18885	-0,02414
-2,18675	-13,50768	-0,02775
-13,97922	-16,63782	-0,03126
-14,29304	-19,95370	-0,03391
-4,28090	-14,03520	-0,02764
11,32751	-13,72187	-0,02472
21,33957	-7,97346	-0,01333
22,71371	-4,52745	-0,01356
19,78372	-2,31636	-0,01022
15,27517	-1,10421	-0,00303
10,77110	-0,45863	-0,00663
7,03597	-0,41580	-0,00391
4,28652	-0,42678	-0,00545
2,47046	-0,61356	-0,00521
1,42772	-0,77165	-0,00534
0,98999	-0,82495	-0,00483
0,51571	-1,10169	-0,00477

ПРОГИБЫ

УПР. М
0,07793
-0,00565
-0,00529
-0,00513
-0,00518
-0,00570
-0,00700
-0,00934
-0,01330
-0,01927
-0,02758
-0,03805
-0,04344
-0,04911
-0,04562
-0,04004
-0,03330
-0,02714
-0,02276
-0,02074
-0,02100
-0,02308
-0,02613
-0,02901
-0,03100
-0,02597
-0,02330
-0,01770
-0,01330
-0,01011
-0,00799
-0,00662
-0,00590
-0,00544
-0,00520
-0,00502
-0,00482
-0,00474

ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ

$\times 10^4 \text{ КН}$
1,63220
1,06355
2,09113
3,59148
5,09250
6,59381
8,09465
9,18426
7,02429
-0,41834
-15,89101
-42,86012
-20,74013
-5,41042
-14,80983
-40,75204
-21,18149
-8,03273
-0,65730
-7,61383
-15,41774
-26,14435
-10,85356
-0,68105
-8,23660
-22,89436
-8,40813
-0,33997
-3,59297
-4,87259
-4,69765
-3,74800
-2,74696
-1,75910
-0,99537
-0,42135
-0,08871
-0,00567

$$\alpha = 0,047$$

$$E_0 = 180 \text{ МПа}$$

$$\rho = 0,6$$

$$\gamma = 1,75 \frac{\text{КН}}{\text{М}^3}$$

$$b = 1,2 \text{ м}$$

Нарушка по

К-35 Схема 2

$\varphi = 3,6^\circ$ Моющие

Данные

$$h_s = 0,65 \text{ м}$$

Приложение 2
продолжение

ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ X 10 КНМ	РЕАКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ X 10 КПА	ПРОГИБЫ СУМ. М
-0.35205	-2.42349	-0.00350
-1.04673	-0.04513	-0.00291
-1.17721	-0.60562	-0.00319
-0.32595	-0.47116	-0.00336
1.49510	-0.21943	-0.00353
4.54319	0.00015	-0.00373
9.02562	0.00027	-0.00417
14.99920	-0.03024	-0.00511
22.00192	-1.50917	-0.00688
28.14075	-4.83115	-0.01000
29.19337	-10.78262	-0.01501
17.68423	-20.47612	-0.02263
-5.12312	-34.67584	-0.03288
-24.33022	-35.42128	-0.03417
-29.83046	-30.79221	-0.03151
-17.60213	-24.89893	-0.02661
6.18303	-17.13721	-0.02064
23.68471	-10.52156	-0.01567
29.26672	-6.55188	-0.01258
27.70526	-5.18639	-0.01133
20.61044	-6.51990	-0.01187
6.60793	-9.79958	-0.01373
-10.34227	-13.72676	-0.01611
-19.38446	-16.34596	-0.01781
-15.26967	-14.74485	-0.01787
-2.85125	-31.48714	-0.02479
8.17010	-6.93624	-0.01228
12.96044	-5.40952	-0.00727
13.02845	-2.98746	-0.00701
10.63705	-1.81367	-0.00558
7.50408	-0.85739	-0.00453
4.58057	-0.77210	-0.00398
2.35820	-0.26127	-0.00346
1.00744	-0.80121	-0.00340
0.33010	-0.82035	-0.00326
0.05373	-1.02235	-0.00317
0.08447	-0.92046	-0.00297
0.27082	-1.55207	-0.00296

ПРОГИБЫ УЩ. М
-0.00346
-0.00290
-0.00318
-0.00335
-0.00352
-0.00373
-0.00417
-0.00511
-0.00683
-0.00977
-0.01423
-0.02040
-0.02739
-0.02850
-0.02683
-0.02342
-0.01893
-0.01488
-0.01218
-0.01105
-0.01150
-0.01308
-0.01505
-0.01640
-0.01660
-0.02103
-0.01187
-0.00903
-0.00691
-0.00553
-0.00451
-0.00396
-0.00346
-0.00339
-0.00325
-0.00315
-0.00296
-0.00294

ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИЕ СИЛЫ X 10 КН
-1.40319
0.03766
0.81092
1.74553
2.98222
4.48240
5.98273
7.44643
7.13544
2.33806
-8.60109
-31.67244
-19.28345
-6.58899
10.46036
34.58165
15.51700
4.39113
-1.97113
-6.69479
-13.01868
-23.27817
-8.25027
3.63457
17.44075
11.15617
4.33263
-0.65874
-2.74369
-3.42008
-2.94895
-2.37547
-1.18899
-0.65044
-0.21886
-0.01767
0.37778
0.00809

Исходные данные

Приложение 2

37

$$\varphi = 3 \text{ с}^{\circ}$$

$$\gamma = 1.75 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$$

$$\rho = 0.18$$

$$E_0 = 305 \text{ МПа}$$

$$\alpha = 0.08$$

$$h_s = 0.65 \text{ м}$$

$$\delta = 1.2 \text{ м}$$

Нагрузка по

К-35 Схема 2

Пример расчета.

Определение усилий в балках и деформации.

Необходимо на причальном сооружении из заанкерowanego шпунта заменить шпально-балочное основание рельсового пути, воспринимавшего 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 $\gamma_{\text{взв}}$.

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

Принимаем для расчета следующие значения характеристик основания грунта.

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

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

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.

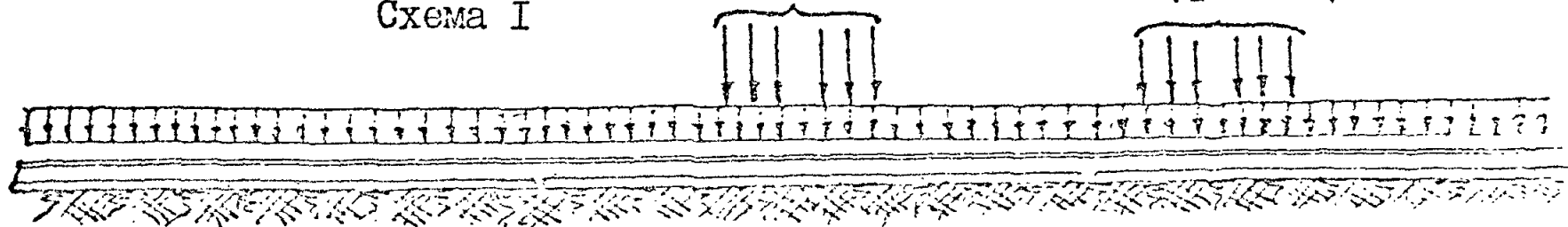
Наибольшие значения усилий, перерезывающих сил, давлений и деформаций выбираем из таблицы (приложение 2), в которых приведены результаты расчетов. Эпюры изгибающих моментов и деформаций приведены на рис. 6.

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

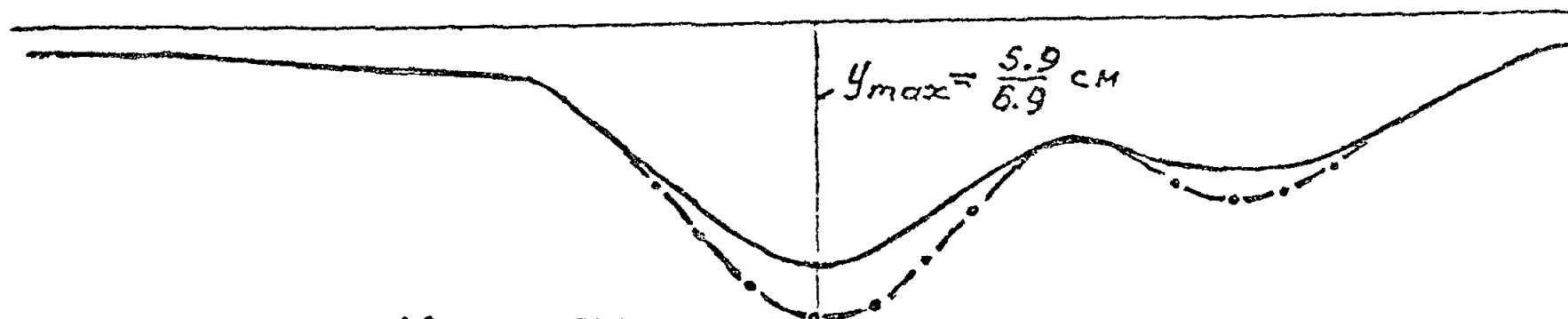
$$R_{\text{max}} = 300 \text{ кПа}, \quad Q_{\text{max}} = 454,5 \text{ кН}.$$

Схема I

А 2100 кН
продолжение Г 1200 кН



y см



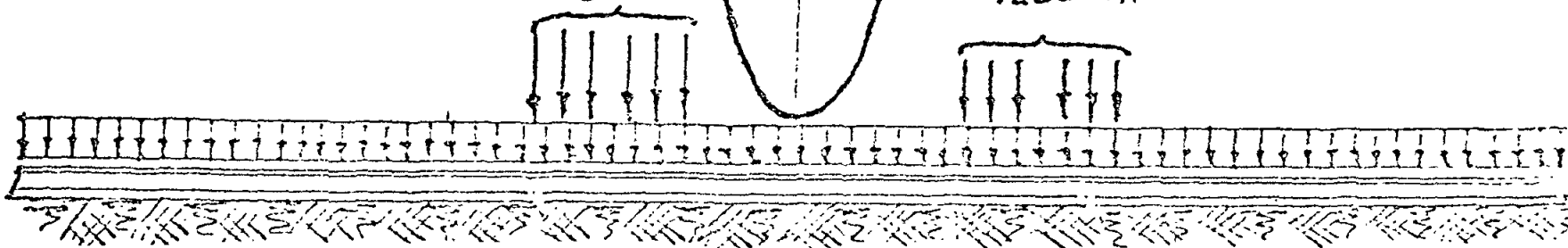
$M_{max} = 783.6$

M кНм

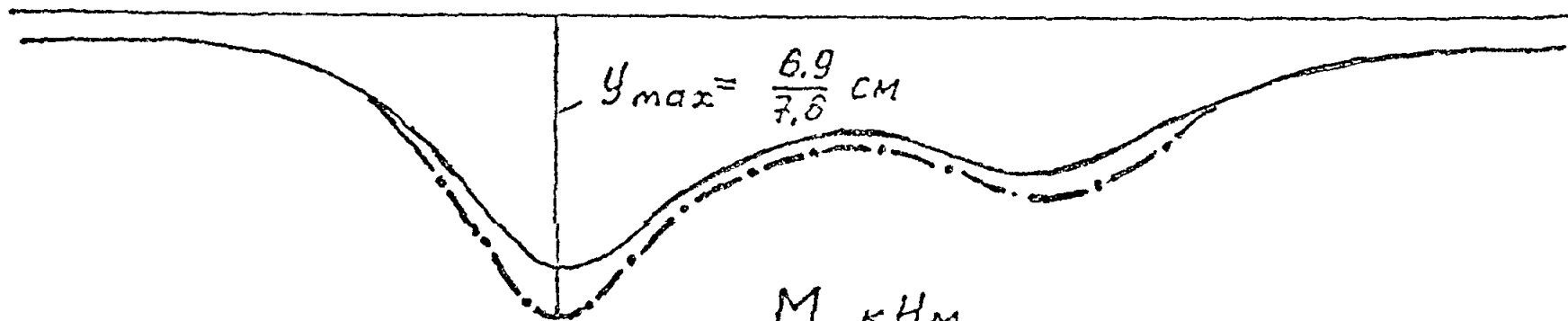
Схема 2

А 2100 кН

Г 1200 кН



y см



M кНм

$M_{max} = 481.4$

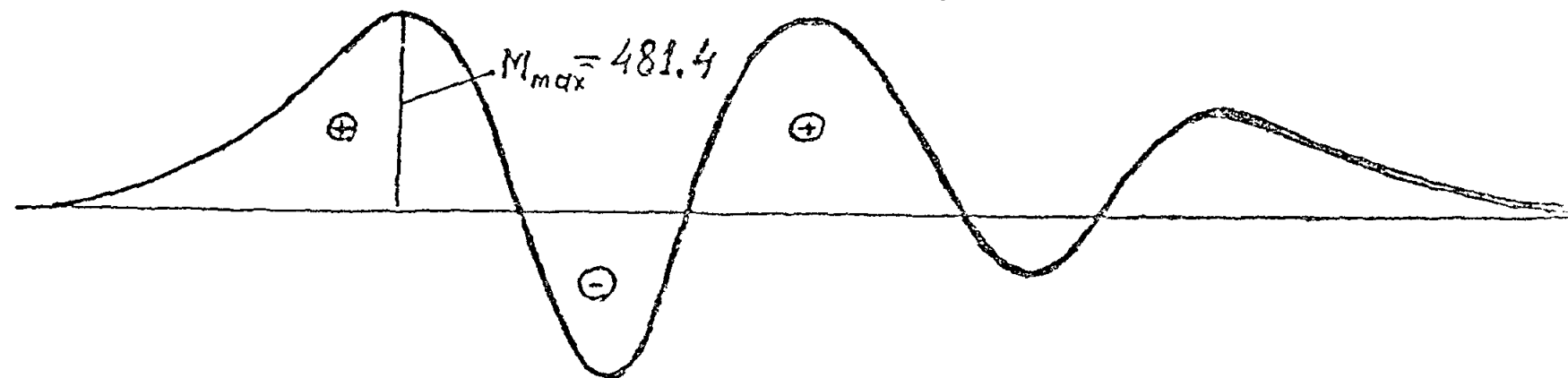


Рис. 6

Приложение 3
продолжение

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

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

Изгибающий момент растягивающий нижнюю грань балки

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

Изгибающий момент растягивающий верхнюю грань балки.

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

Определяем наибольший уклон рельсового пути.

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

где $y_{max}^{упр.}$ 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.

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

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.

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

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

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 $m = 1,25 - 0,35 \bar{R}$

$$\begin{aligned} \text{В соответствии с п. 1.3 определяем } \bar{R} &= \frac{R}{[R]}, \\ [R] &= A \cdot b \cdot \gamma + B \cdot Q + D \cdot C = 890,4 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}, \\ \bar{R} &= \frac{300}{890,4} = 0,34 \end{aligned}$$

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

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

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 $y_{необр} \approx 0,8 \text{ см}.$

После 30 проходов крана остаточные осадки составят

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

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

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

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

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

Содержание

	стр
1. Характеристики грунтового основания	2
2. Расчёт конструкций	5
3. Конструирование и подготовка основания	10
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 / 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