

Харьковский инженерно-педагогический институт

На правах рукописи

Раковская-Башмакова Наталья Христиановна

**КОМПЛЕКСНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ХОДОВОЙ ЧАСТИ
И ПУТЕЙ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ КРАНОВ**

05.05.05 - Подъемно-транспортные машины

05.23.01 - Строительные конструкции, здания
и сооружения

Автореферат

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Харьков- 1992

Работа выполнена на кафедре подъемно-транспортных машин и прикладной механики Харьковского инженерно-педагогического института

Научный руководитель - Заслуженный деятель науки и техники УССР, доктор технических наук, профессор
КОВАЛЬСКИЙ Б.С.

Официальные оппоненты доктор технических наук, профессор
ШАГИН А.Л.
кандидат технических наук, профессор
ГАЙДАКА В.Ф.

Ведущая организация - ГПКИ "Союзпроммеханизация", г. Харьков

Защита диссертации состоится "12" *ноября* 1992 г.
в *9* часов на заседании специализированного совета К 068.22.01
в Харьковском инженерно-педагогическом институте по адресу:
310003, Харьков-3, ул. Университетская, 16, ХИПИ.

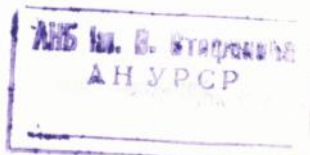
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.
Автореферат разослан "*9*" *октября* 1992 г.

Ученый секретарь
специализированного совета *Григорук* Д.А. Хонин

ЛННБ України ім. В. Стефаника



00816480 (R)



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель работы. Совершенствование выбора и расчета крановых рельсов, ходовых колес, подкрановых балок как комплексной проблемы кран-крановый путь.

Актуальность темы. На металлургических заводах, на лесных биржах целлюлозно-бумажных комбинатов, на угольных складах электростанций, в речных и морских портах широко применяются козловые, порталные, перегрузочные, кабельные и другие краны, пути перемещения которых представляют собой ленточные железобетонные балки с уложенными на них рельсами. Стоимость рельсовых путей имеет порядок стоимости крана. Совершенствование расчетов кранов и крановых путей является серьезной народно-хозяйственной задачей, тем более, что ряд вопросов этой проблемы не имеет исчерпывающего решения, — некоторые из этих решений приведены в диссертации.

Научная новизна. Анализ взаимодействия ходовой части крана и кранового пути, как основы оптимизации комплекса. Исследование работы концевых участков балки на упругом основании. Усовершенствование метода расчета крановых рельсов на бетонном основании. Расчет крепления рельсов.

Практическая значимость. Рекомендации диссертации приняты как материал для реального проектирования в Уф ИПКИ "Союзпроммеханизация" г. Харькова, Белгородским заводом энергетического машиностроения.

Апробация работы и публикации. По теме диссертации опубликовано 5 статей.

Основные положения работы доложены и обсуждены на научно-технических семинарах и заседаниях кафедры подъемно-транспортных машин и прикладной механики ХИПИ, на У I Всесоюзной научно-технической конференции "Управление механических систем", г. Львов, апрель 1988 г., выполнена научно-исследовательская работа.

Объем работы. Диссертация изложена на 154 страницах машинописного текста. Состоит из введения, шести разделов /включая выводы и рекомендации/, списка использованных источников из 70 наименований, содержит 42 рисунка и 29 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Проблема передвижения кранов имеет большое значение для народного хозяйства, охватывая вопросы выбора общего решения механизмов передвижения, рельсовых путей, оснований, а также энергетики, защиты, эксплуатации. В соответствии с количеством тех или иных кранов в раз-

ных отраслях народного хозяйства изучению их работы уделялось не одинаковое внимание. Чаще всего объектами исследования являлись цеховые мостовые краны, достаточно упомянуть большое число диссертаций, отчетов, монографий, статей у нас, в Германии, в др. странах.

Немалое количество работ посвящено кранам козловым, порталным, перегружателям. В отечественной литературе укажем на работы Абрамовича И.И., Дукельского А.И., Киффера Л.Г., Александрова М.П. и др.

В этих исследованиях область затрагиваемых вопросов ограничивается рельсовыми путями, — "механики" выдают "строителям" исходные данные для сооружения крановых путей: число, расположение и нагрузки ходовых колес, кроме того имеется возможность в выборе пути однониточного и двухниточного, могут быть различны диаметры колес. С числом ходовых колес увязывает количество приводных колес, количество двигателей, редукторов, тормозов; с количеством и нагрузкой колес связан выбор типа рельсов. Но ниже подошвы рельса "механики" не "опускаются", рельс разграничивает области интересов строителей и механиков. При такой системе возможны ошибочные решения комплекса в целом, хотя порознь механики и строители ошибок могли не допускать. Дело в том, что изгибающий момент в балке зависит от распределения нагрузки на длине

$2r = A + H$, где A — расстояние между крайними колесами ходовой тележки, H — высота фундаментной балки. Сечение балки и количество арматуры зависит от βr

$$M = \gamma \frac{P}{4\beta}, \quad \gamma = \frac{e^{-\beta r} \sin \beta r}{\beta r}, \quad (1)$$

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{kB}{4EJ}}, \quad (2)$$

где P — нагрузка колеса; k — коэффициент постели; B — ширина фундаментной балки; EJ — жесткость балки.

Отправляясь от M по /1/, расчет фундамента ведем как железобетонной балки с одиночной арматурой.

Как видим из таблицы I влияние βr очень велико.

Таблица I

βr	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
γ	1	0,90	0,81	0,73	0,65	0,58	0,51	0,45	0,40

Следует иметь в виду, что протяженность крановых путей измеряется сотнями метров и стоимость пути может иметь порядок стоимости крана. Еще сильнее влияние βr на работу стыков балок, необходимых в связи с усадкой бетона и температурных воздействий.

Вопрос о стыках балок заслуживает внимания и особенно при слабых грунтах, когда давление под фундаментной балкой

$$p_{ст} = \varepsilon \frac{2\beta P}{B}, \quad \text{где } \varepsilon = \frac{1 - e^{-2\beta r} (\cos 2\beta r - \sin 2\beta r)}{4\beta r} \quad (3)$$

в то время, как на достаточном расстоянии от конца

$$p_{пр} = \alpha \frac{\beta P}{2B}, \quad \text{где } \alpha = \frac{1 - e^{-\beta r} \cos \beta r}{\beta r}, \quad (4)$$

что больше, чем по (3) в отношении

$$\begin{aligned} \beta r &= 0 \quad 0,2 \quad 0,4 \quad 0,6 \quad 0,8 \\ 4\varepsilon/\alpha &= 4 \quad 3,2 \quad 2,6 \quad 2,1 \quad 1,8 \end{aligned}$$

Чтобы уменьшить $p_{ст}$ концы балок следует уширить, рис. Iа. Применяя шарнирное соединение концов мы уменьшаем концевые нагрузки вдвое, соответственно сужая концы балок, рис. I, б. Кроме шарнирного соединения концов балок заметное преимущество может дать опирание на опору, рис. I, в, причем концы балок могут быть свободными или шарнирно связанными. Эти вопросы рассмотрены в п.2.3. Рациональность такого решения очевидна. Выбор варианта зависит от нагрузки расположенной на длине $2r$, от свойств грунта. В пользу решения по рис. I, в говорит возможность сохранения на всем протяжении пути, включая стыковые участки, ширины $B = const$ /упрощаются земляные работы и опалубка/.

В п.2.3 приведены расчеты для балки переменного в плане сечения при $H = const$. Этим возможность конструктора расширяется: на большей части длины балки можно ориентироваться на B_{min} , уширяя концы у стыка, ширина балки увеличивается уступами или постепенно.

В большинстве случаев крановые фундаментные балки не требуют сильной армировки, коэффициент насыщения имеет порядок 0,003...0,001. В этом случае количество арматуры может быть упрощенно рассчитано, отбрасываясь от зависимости

$$\alpha \cdot \left(\frac{5}{6} H - \frac{e}{3} - c \right) = M, \quad (5)$$

где c - толщина защитного слоя; e - смещение нейтральной оси относительно центра тяжести балки

$$e = \frac{F\alpha/\gamma (H/2 - c)}{F\alpha/\gamma + BH}, \quad \gamma = \frac{E\delta}{E\alpha} \quad (6)$$

$$F = \frac{M}{0,8H[\sigma_a]}, \quad (7)$$

$[\sigma_a]$ - допускаемые напряжения в арматуре.

Что касается допускаемых напряжений $[\sigma_a]$, представляется

возможным повысить их в сравнении с рекомендациями ряда источников. По-видимому запас по пределу текучести $N_T = 1,4$ /как для конструкции кранов/ можно снизить до 1 и, более того, можно перейти за предел текучести. При этом мы находим из того, что вязкие стали могут быть упрочнены растяжением за пределом текучести, снижем до $1,2 \sigma_T$ и более. Для проверки этого положения автор выполнил специально опыты с образцами из стали $20 \sigma_T = 270 \text{ Н/мм}^2$, $\sigma_\delta = 489 \dots 497 \text{ Н/мм}^2$, $\epsilon_p = 0,28 \%$. Образцы нагружались до $P = \pi D^2/4 \cdot \sigma^*$, $\sigma^* = \sigma_T$, принималось $\sigma^* = (1, 1, 1; 1, 2; 1, 3) \sigma_{0,2}$. В каждом случае образец при разгрузке и нескольких последующих нагружениях-разгрузках работал упруго, иначе говоря растяжение за пределом текучести приводило к более высокому пределу текучести.

Для передвигающихся кранов, например, кабелекранов на лесных биржах ЦБК, для некоторых перегружателей складов - полученные результаты могут быть непосредственно использованы. В других случаях, особенно при сроке службы фундаментной балки 50-100 лет, число циклов нагружения арматуры имеет порядок 10^6 , что требует проверки стабильности "новых" пределов текучести. Поэтому ранее нагартованные образцы были испытаны на пульсаторе в режиме от 0 до σ^* . Опыты показали, что образцы растянутые до σ^* и затем работающие при этих напряжениях в нулевом режиме выдерживают 10^6 и более циклов нагружений.

Естественно, что применение упрочненной арматуры должно быть обосновано с точки зрения экономических показателей, иначе говоря, следует установить, учитывая длину кранового пути, оправдана ли нагартовка арматуры с целью снизить ее количество на 20-25 %.

Расчет рельсов выполняется как балки на упругом основании, в технике известен расчет рельсов по Андре, в котором при условно принятом законе нагрузки на подошве рельса $p = p_0 (1 - x^2/a^2)$, рис.2 и учет равенства прогиба рельса и осадки основания Андре получает зависимости

$$p_0 = 0,28 \frac{\sqrt{P} \cdot \sqrt[4]{P}}{B} J, \quad (8)$$

$$J = \sqrt[4]{\frac{B^2 p_0 E \delta}{E J}} \cdot \frac{2}{3}. \quad (9)$$

Методом попыток определяются p , изгибающий момент M . Изменяя построение Андре и попутно исправив сделанную им ошибку в оценке прогиба рельса, получаем

$$p_0 = 0,22 P \cdot \sqrt[3]{\frac{E \delta}{B^2 E J}}. \quad (10)$$

При этом, как показывают расчеты, коэффициент постели $k = p/y$ различен в разных сечениях рельса в зоне 2а, чем расчет по Андре отличается от расчета по Винклеру при $k = \text{const}$.

Нами предложен метод расчета, сохраняющий преимущества допущения $k = \text{const}$, но требующий оценки k с учетом условий нагружения подошвы рельса, — k зависит от B . Попутно мы освобождаемся от произвола в выборе закона нагружения на участке 2а.

Для оценки характеристики β получено выражение

$$\beta = 0,01 \sqrt[7]{\frac{BE^2 \delta}{(10J_p)^2}} \quad (II)$$

Значения параметров, необходимых для расчета рельсов на изгиб приведены в таблице 2. Применение стальных подкладных листов для снижения давления на бетон изменяет значения β , следовательно значения M по (I), но мало влияет на момент инерции сечения, так как $J = J_p + J_n \approx J_p$, $J_n \ll J_p$. Например, для рельса Р50 и подкладного листа 300x30 $J_p = 2037 \text{ см}^4$, $J_n = 30 \times 27^3 / 12 = 67,5 \text{ см}^4$ приблизительно 3% от J_p . В то же время погонный вес рельса 51,51 Н/м, полос — 700 Н/м, следовательно, с точки зрения прочности рельса на изгиб применение подкладного листа не оправдано. Их применение ограничено необходимостью уменьшения давления p на бетон.

Расчеты показывают, что основными моментами, определяющими выбор рельсов, являются напряжения в контакте с колесом и напряжения под подошвой рельса. Не исключена возможность повышения несущей способности балки под рельсом за счет повышения качества бетона в верхней зоне сечения.

Специальное внимание в работе уделено расчету анкерных креплений. Нами рекомендуется применение прижимных планок и фундаментных болтов, рис.4, при параметрах креплений приведенных в таблицах 3 и 4. Для расчета болтов предложен следующий метод. Эпюра давлений по подошве рельса /рис.3/ отвечает участку давления $2\beta t = 3\pi/2$, участку отрыва $\beta t = \pi$, вновь давления и т.д. Так как $p_x = p_0 e^{-\beta x} (\cos \beta x + \sin \beta x)$, то нагрузка отрыва равна

$$P_{\text{отр}} = B p_0 \int_{\frac{3\pi}{4} + \beta t}^{\frac{5\pi}{4} + \beta t} e^{-\beta x} (\cos \beta x + \sin \beta x) dx = \rho_0 B \beta \int_{\frac{3\pi}{4} + \beta t}^{\frac{5\pi}{4} + \beta t} [e^{-\beta x} \cos \beta x]_{\frac{3\pi}{4}}^{\frac{5\pi}{4} + \beta t} = \\ = \frac{0,71 \rho_0 B e^{-\frac{3\pi}{4} \beta t}}{\beta} [1 - e^{-\beta t} (\cos \beta t + \sin \beta t)], \quad (I2)$$

т.к. $\beta = \frac{\beta P}{2B}$, то $P = 0,38 P_{\kappa} e^{-\frac{3\pi}{4} \beta t} [1 - e^{-\beta t} (\cos \beta t + \sin \beta t)]$,

Как показывают расчеты, шаг креплений, как правило, не меньше π/β .

Учитывая распределение $P_{огр}$ через две прижимные планки на два болта и вводя коэффициент затяжки - 2 получаем расчетную нагрузку фундаментного болта

$$P_{\delta} = 0,07P_{к}. \quad (13)$$

В большинстве случаев нагрузки колес козловых, порталных и других кранов лежат в пределах $P_{к} = 200-800$ кН, в этом случае расчеты оправдывают применение болтов М22 - М30, чаще М24 из стали Ст.20. При $P_{к} = 400$ кН возможно применение болтов М22 и даже М20, но назначая диаметр следует учесть так же режим работы и срок службы болтов, который может оцениваться 50 лет и более. В расчете болтов следует, конечно, учесть концентрацию напряжений в резьбе под гайкой.

В таблице 5 приведены краткие сведения, необходимые для подбора ходовых колес. Мы подчеркиваем необходимость расчета рельсов и ходовых колес на местное сжатие, используя тетраэдрическую гипотезу текучести материала. /Иначе - гипотезу энергии формизменения/. В этом случае отпадают серьезные недостатки, создаваемые применением гипотезы максимальных нормальных напряжений. Например, величины напряжений меньше максимальных нормальных в 2-3 раза и становится возможным увязать допускаемые напряжения с пределами текучести, прочности, усталости. Отпадает необходимость назначать разные допускаемые напряжения при плоских и выпуклых рельсах. Обосновывается разделение случаев не на линейный и плоский, а на контакт на полоске и на различно ориентированном эллипсе. Оказалось возможным построение расчета рельсов с учетом числа циклов нагружения, причем, основная зависимость $\sigma^m N = const$. Применение в расчетах значения $m = 9$ подтверждается как статистикой работы кранов в разных условиях, так и сравнительно недавними стендовыми испытаниями в Иллинойском Университете.

Принятый расчет ленточного фундамента позволяет оценить устойчивость фундамента, - исключается выщипание грунта под влиянием нагрузки под подошвой. По существу расчеты крановых фундаментов на устойчивость для козловых, порталных, перегрузочных кранов оказываются в большинстве случаев излишними; особо стоит вопрос об устойчивости фундаментов башен кабелькранов, соображения по этому поводу приведены в разделе 4.

Анализ работы балок переменного сечения, применение шарниров и стыковых опор, разработка нового метода расчета крановых рельсов на изгиб и давление под подошвой, обоснование прочных размеров рельсовых креплений и соображения оптимизации комплекса кран - крановый путь, все это позволяет предложить формулировку статей для возможных

Таблица 2

Тип рельса	Ширина рельса В, см	$J, \text{см}^4$	$W, \text{см}^3$	Модуль упругости бетона, Н/см ²		
				$\beta, \text{см}^{-1}$	$k \cdot 10^{-4}, \text{Н/см}^2$	$m \cdot 10^3, \text{см}^{-1}$
КР-100	15,0	2865	$E \cdot 387,0 \cdot 10^6$	0,0473	7,90	0,464
КР-120	17,0	4924	584,0	0,0415	6,90	0,406
КР-140	17,0	7424	757,0	0,0399	6,80	0,400
Р-43	11,4	1489	217,3	0,0549	9,80	0,576
Р-50	13,2	2018	286,0	0,0512	10,4	0,611
Р-65	15,0	3548	436,0	0,0445	7,60	0,453
$E = 2,2 \cdot 10^6$						
КР-100	15,0	2865	387,0	0,0491	10,5	0,477
КР-120	17,0	4924	584,0	0,0431	9,3	0,422
КР-140	17,0	7424	757,0	0,0414	9,1	0,414
Р-43	11,4	1489	217,3	0,0571	13,0	0,591
Р-50	13,2	2018	286,0	0,0532	11,7	0,532
Р-65	15,0	3548	436,0	0,0463	11,2	0,464
$E = 2,7 \cdot 10^6$						
КР-100	15,0	2865	387,0	0,0506	13,10	0,485
КР-120	17,0	4924	584,0	0,0444	11,5	0,426
КР-140	17,0	7424	757,0	0,0426	11,30	0,419
Р-43	11,4	1489	217,3	0,0587	16,20	0,600
Р-50	13,2	2018	286,0	0,0547	14,50	0,537
Р-65	15,0	3548	436,0	0,0476	12,70	0,471

Таблица 3

Тип рельса	Размеры прижимной планки, мм							
	c	b	m	m_1	m_2	B	D	L
КР-80	115	30	35	30	75	130	410	70
КР-100	125	30	40	32	78	140	430	70
КР-120	235	36	45	36	82	150	470	80
КР-140	135	36	55	44	90	165	480	80

Таблица 4

Тип рельса	Размеры прижимной планки, мм							
	<i>c</i>	<i>h</i>	<i>m</i>	<i>m₁</i>	<i>m₂</i>	<i>b</i>	<i>D</i>	<i>L</i>
P-33	90	30	31	26	50	115	400	70
P-38	90	30	25	20	50	115	400	70
P-43	90	30	38	33	50	115	400	80
P-50	100	30	40	35	50	120	410	80

Таблица 5

Максимальная нагрузка <i>P₂</i> , кН	Диаметр колеса <i>D</i> , см по ГОСТ 3569-74	Тип рельса с вы- пуклой головкой	Ширина плоско- го рельса <i>B₀</i> , см по ГОСТ 4693-77
От 30 до 50 включит.	20; 25	P-24 ГОСТ6368-52 P-38 ТУ14-2-118-74	4,0; 4,5; 5,0
Св.50 до 100 включит.	32; 40	P-38 ТУ-14-2-118-74 P-43 ГОСТ7173-54 KP-70 ГОСТ 4121-76	5,0; 5,5; 6,0
Св.100 до 200 включит.	40; 50	P-38 ТУ-14-2-118-74 P-43 ГОСТ 7173-54 P-50 ГОСТ7174-75 KP-70 ГОСТ 4121-76	5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0
Св.200 до 250 включит.	50; 56; 63	P-43 ГОСТ 7173-54 P-50 ГОСТ 7174-75 KP-70 ГОСТ 4121-76 KP-80 ГОСТ 4121-76	6,0; 6,5; 7,0
Св.250 до 320 включит.	63; 71	P-43 ГОСТ 7173-54 P-50 ГОСТ 7174-75 KP-80 ГОСТ 4121-76 KP-100 ГОСТ 4121-76	7,0; 7,5; 8,0
Св. 320 до 500 включит.	71; 80	KP-80 ГОСТ 4121-76 KP-100 ГОСТ 4121-76	
Св. 500 до 800 включит.	80; 90; 100	KP-100 ГОСТ 4121-76 KP-120 ГОСТ 4121-76	
Св.800 до 1000 включит.	90; 100	KP-120 ГОСТ 4121-76 KP-140 ГОСТ 4121-76	

проектов РТМ и ТУ на проектирование крановых путей, имея в виду их комплексное проектирование.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Проектирование передвижных кранов должно быть тесно увязано с решениями путей их передвижения, речь идет о комплексном решении проблемы передвижения крана, имея в виду выбор числа и шага ходовых колес, рельсов и параметров фундаментной балки. Общая оптимизация не исключает поиска рациональных решений как для ходовой части крана, так и для ленточного фундамента в отдельности.

2. Для определения размеров ленточных фундаментов рекомендуется применение метода теории балки на упругом основании, — расчет по методу коэффициента постели.

3. Для уменьшения объема фундамента следует использовать возможности создаваемые шарнирным соединением стыков, применением опор под стыками, а также выполнение концевых участков балок переменного сечения.

4. В тех случаях, когда экономически рационально упрочнение арматуры за счет ее нагрузки за пределом текучести, следует учесть, что переход за предел текучести на 10 %, 20 %, 30 % позволяет увеличить допускаемые напряжения соответственно на 10, 20, 30 %. Это справедливо независимо от числа циклов нагружения.

5. Для расчета рельсов на изгиб следует пользоваться зависимостями:

$$\sigma = \frac{M}{W} < [\sigma], \quad M = \frac{P_k}{4\beta}, \quad \beta = 0,01 \sqrt[3]{\frac{BE_s^2}{(107p)^2}}$$

Значения β для различных рельсов и бетона разной прочности приведены в табл. 2.

Давление под подошвой рельса определяется так

$$p_0 = \frac{\beta P}{2B} < [p],$$

где B — ширина подошвы рельса или подкладного листа.

Применение подкладного листа оправдано при необходимости уменьшить давление на бетон p_0 , изгибная же прочность рельсов при этом практически не увеличивается.

6. Размеры фундаментных болтов определяются усилием "отрыва" рельса от основания под влиянием давления P_k , расположенного рядом ходового колеса и при коэффициенте затяжки $k_3 = 2$ равно

$$P_\delta = 0,07 P_k,$$

где P_B - усилие в болте.

Параметры креплений см. табл. 3, 4.

7. Обычно для грунтов средней прочности допускаемые напряжения принимают порядка $[p] = 20-30 \text{ Н/см}^2$. При этом необходимость в проверке грунта на устойчивость от нагрузок ленточного фундамента козлового, порталного, перегрузочного кранов не требуется. Необходимость в таком расчете может возникнуть лишь для основания кабельного крана в виду больших горизонтальных нагрузок от натяжения несущего, подъемного, тягового канатов.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Ковальский Б.С., Раковская-Башмакова Н.Х. К расчету ленточных фундаментов передвижных специальных тяжелых агрегатов.- Харьков, 1987.- 14 с. Деп. в/ч II520, № 979, вып.2. Серия Б.

2. Раковская-Башмакова Н.Х., Ковальский Б.С. Ленточные фундаменты путей подвижных агрегатов. Механика технологического оборудования, ч. I МО СССР, Харьков, 1989.- с.35-41.

3. Раковская-Башмакова Н.Х., Ковальский Б.С. Расчет крановых рельсов на бетонных балках. Механика технологического оборудования, ч. 2, МО СССР, Харьков, 1991.- С.76-81.

4. Раковская-Башмакова Н.Х., Ковальский Б.С. О конструкции фундаментов путей передвижения агрегатов. Механика технологического оборудования, ч. 2, МО СССР, Харьков, 1991,- С. II6

5. Раковская-Башмакова Н.Х., Ковальский Б.С., Прокопов В.А. О конструкции ленточных фундаментов путей передвижения агрегатов.- Харьков, 1991, II с.- Деп. в/ч II520, № 5381, вып. I8. Серия Б.

Стыки балок

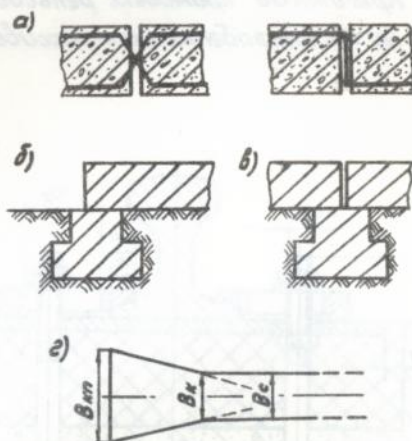


Рис.1.

Эпюра нагрузки рельса

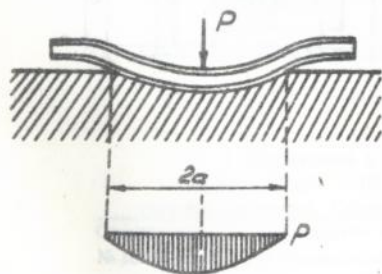


Рис.2.

Эпюра давления рельса на бетон \$P\$

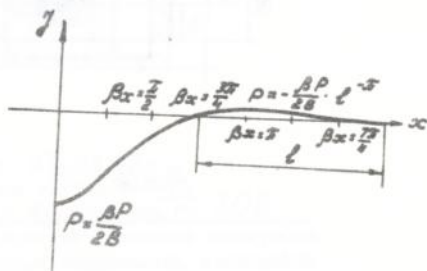


Рис.3.

Крепление краевых рельсов
на железобетонном массиве

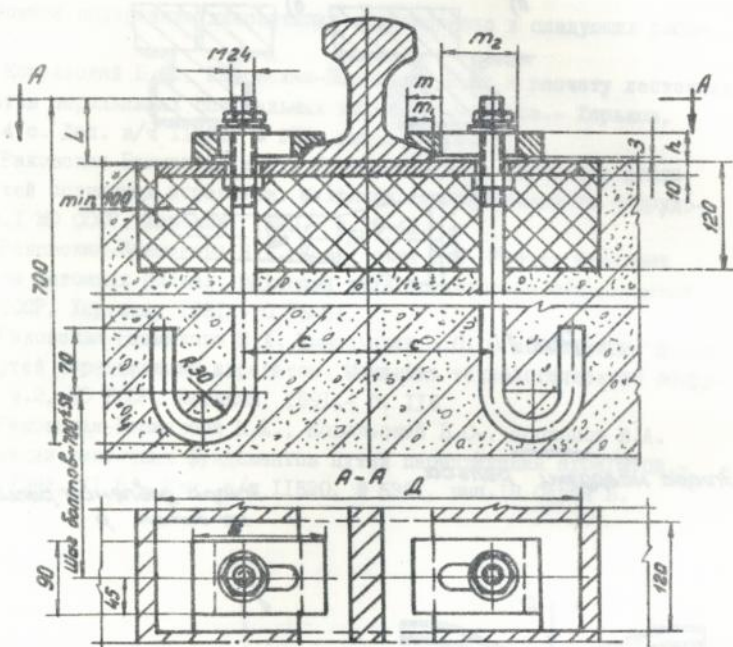


Рис. 4.

Подписано к печати 28.09.92г.

Формат 60x84 1/16. Бумага типогр. № 1

Печать офсетная. Объем 1 п.л. Тир. 100. Зак. Р- 702

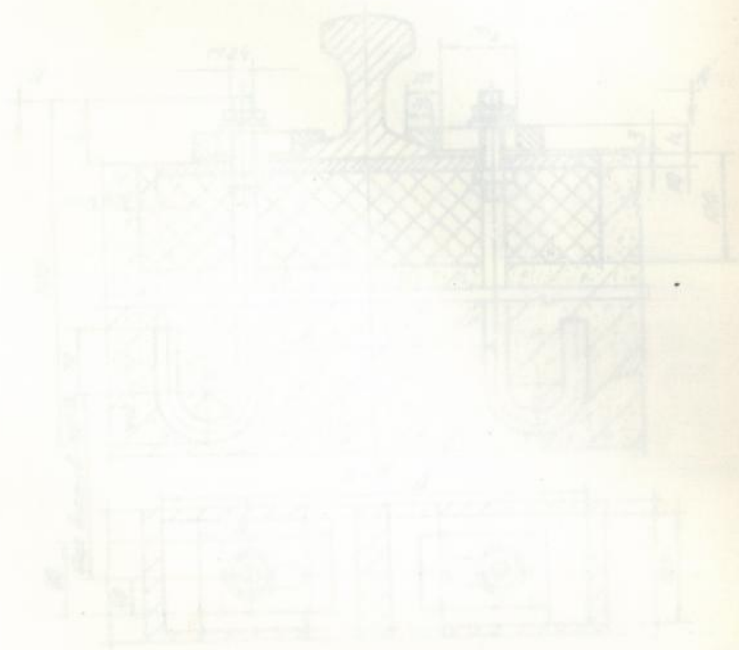
Отпечатано на ротарпите в Харьковской городской типографии
№ 16 Областного управления по делам издательства, полиграфии
и книжной торговли, Харьков-3, ул. Университетская, 16

АНБ им. В. Стефановича
АН УРСР

468066

№ 25.922

AB 25.922



Получено в печать 28.09.52
Формат 60x90 1/8, бумага белая, № 1
Тираж 100 экз. Заказ № 100
Издание не окончено в связи с тем, что
в ней содержится информация по делу
и материалы, подлежащие засекречиванию.

AB 25.922
28.09.52