НИИЖБ ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ И КОНСТРУИРОВАНИЮ ПОДДОНОВ С РАСКОСНОЙ РЕШЕТКОЙ

МОСКВА 1982

gost.e-ecolog.ru

Госстрой СССР

Ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт
бетона и железобетона
(НИИЖБ)

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ И КОНСТРУИРОВАНИЮ ПОДДОНОВ С РАСКОСНОЙ РЕШЕТКОЙ

Утверждены директором НИИЖБ
19 октября 1982 г.

Москва 1982

УДК 666.982.033

Печатается по решению секции заводской технологии сборных железобетонных конструкций НТС НИИЖБ Госстроя СССР от 5 июня 1981 г.

Рекомендации по расчету и конструированию поддонов с раскосной решеткой. – М., НИИЖБ Госстроя СССР, 1982, с. 52.

В Рекомендациях приведены методика расчета поддонов с раскосной решеткой на изгиб и кручение и принципы конструирования поддонов рассматриваемого типа. Даны классификация схем раскосной решетки, указания по выбору схем, конструктивные решения узлов. В приложениях приведены сортаменты профилей, используемых в качестве раскосов, примеры конструктивного решения поддонов с раскосной решеткой и примеры расчета.

Предназначены для инженерно-технических работников, связанных с проектированием, изготовлением и эксплуатацией оборудования для заводов сборного железобетона.

Табл.7, ил.31.

©Ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт бетона и железобетона, 1982

ПРЕДИСЛОВИЕ

В производстве сборного железобетона повышение качества изделий и снижение металлоемкости технологического оборудования во многом связано с рациональным конструированием форм, в которых изделия бетонируют и транспортируют по постам технологической линии.

К формам с наиболее рациональным конструктивным решением относятся формы, поддоны которых выполнены с раскосной решеткой. Такие поддоны по сравнению с поддонами с несущим каркасом из продольных и поперечных балок обладают повышенной жесткостью на кручение (до 20 раз), более высокой жесткостью на изгиб, а масса их обычно ниже на 15–20 %. Решетка с раскосами обеспечивает снижение затрат труда на изготовление поддонов в первую очередь за счет исключения необходимости правки конструкции после сварки, а во многих случаях благодаря уменьшению числа деталей каркаса и суммарной длины сварных швов.

Рекомендации разработаны НИИЖБ Госстроя СССР (канд. техн. наук Г.С.Митник) на основе многолетних исследований и обобщения отечественного опыта проектирования и изготовления поддонов с раскосной решеткой.

Замечания по содержанию Рекомендаций просим направлять в НИИЖБ по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6.

Дирекция НИИЖБ

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Рекомендации предназначены для расчета и конструирования поддонов, в которых внутренние балки каркаса образуют перекрестные связи под углом 30-60° к продольной оси, а также поддонов, в которых связи такого вида создаются уголками, приваренными в уровне нижних полок продольных и поперечных балок.

I.2. Решетка из раскосов, располагаемых между продольными и торцевыми балками, когда раскосы, имеющие высоту, равную высоте поддона, приварены к верхней его обшивке, рассматривается как основное решение. Раскосы из уголков, приваренных в уровне нижних полок балок, рекомендуется применять в первую очередь в поддонах, в которых размещение внутренних балок вдоль и поперек продольной о с и обусловлено конфигурацией изделия или технологическими требованиями (удобство крепления к формовочной установке, необходимость соответствующего размещения фиксаторов разного назначения и т.п.).

I.3. При усилении эксплуатируемых на заводах поддонов, проводимом с целью повышения жесткости конструкции на кручение, раскосную решетку следует выполнять из уголков, что обеспечит требуемый эффект при меньшем увеличении массы поддона, чем при любом другом решении.

I.4. Поддоны с раскосной решеткой, отличающиеся повышенной жесткостью на кручение, могут быть рекомендованы как основной т и п для форм при технологических схемах производства, предусматривающих перемещение формы с изделием в процессе эксплуатации. При стендовом производстве раскосная решетка в поддоне обеспечивает снижение деформаций при его изготовлении и транспортировании формы к месту установки.

I.5. Поддоны с раскосной решеткой следует применять не только в формах, в которых они являются основным несущим элементом, но и в тех случаях, когда поддоны эксплуатируют без бортовой оснастки, которая удаляется немедленно после формования или кратковременной выдержке отформованных изделий.

I.6. Применение раскосной решетки рекомендуется для всех поддонов открытого сечения вне зависимости от вида изделия, характера его армирования, конфигурации, очертания поперечного сечения и т.п.

I.7. При изготовлении изделий с жесткими допусками по неплоскостности, а также изделий шириной, превышающей 3 м, более рациональным, чем поддон с раскосной решеткой, может оказаться п о д д о н

замкнутого профиля (с отверстиями в нижней обшивке). Выбор конструктивного решения производится на основе сравнения двух типов поддонов по деформативности и массе, а также по технологическим показателям, принимая во внимание, что при использовании поддонов замкнутого профиля возрастает опасность появления трещин в изделиях в процессе тепловой обработки бетона.

I.8. В поддонах замкнутого профиля применять раскосную решетку не рекомендуется, поскольку она при наличии нижней обшивки практически не увеличивает жесткости конструкции на кручение.

I.9. В поддонах, рассчитанных на трехточечное опирание* и работающих в основном на изгиб, раскосную решетку, существенно повышающую жесткость на кручение, рекомендуется применять с целью обеспечения более ровной рабочей поверхности поддона и снижения прогибов, особенно на участках, примыкающих к средней опоре.

2. ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.I. Расчет поддонов с раскосной решеткой выполняется по методике, изложенной в "Руководстве по расчету и проектированию стальных форм" (М., I970).

2.2. В соответствии с методикой, принятой в Руководстве**, расчет поддонов ведется по деформациям; при этом определяются изгиб (прогиб, выгиб) конструкции, сближение упоров на уровне равнодействующей усилий в предварительно-напряженной арматуре и прогиб свободного угла поддона при диагональном опирании.

2.3. Расчет поддонов с раскосной решеткой на изгиб и сближение упоров не имеет принципиальных отличий, поэтому он выполняется в соответствии с положениями Руководства** при учете указаний по определению геометрических характеристик сечения поддона, приведенных в разд.3 настоящих Рекомендаций.

2.4. Расчет поддонов с раскосной решеткой на кручение, приводящий к определению прогиба свободного угла при диагональном опирании, имеет существенные отличия от расчета поддонов других типов, поэтому в настоящих Рекомендациях он приведен полностью.

---

* См. "Руководство по расчету и конструированию форм при трехточечном опирании" (М., I978).

** Здесь и далее имеется в виду Руководство, упомянутое в п.2.I.

2.5. Расчетом на кручение (см.разд.4 настоящих Рекомендаций) следует пользоваться при любом виде армирования железобетонных изделий, так как деформации кручения не зависят от продольной нагрузки, создаваемой силами натяжения арматуры, фиксируемой на упорах поддона.

2.6. Обшивку и детали поддона (устройства для подъема, упоры для фиксации напряженной арматуры, оси колес, фиксаторы разного назначения и др.) необходимо рассчитывать в соответствии с указаниями гл.9 Руководства .

3. РАСЧЕТ ПОДДОНА С РАСКОСНОЙ РЕШЕТКОЙ НА ИЗГИБ

3.1. Поддон с раскосной решеткой следует рассчитывать на изгиб так же, как и поддон с балками, параллельными продольной оси, однако при определении геометрических характеристик поперечного сечения необходимо учитывать, что раскосы пересекают это сечение под углом $\varphi \neq 90^{0}$.

3.2. Площадь поперечного сечения поддона с раскосной решеткой подсчитывается по формуле

$$F = mF_{б} + nF_{р}\kappa + F_{об} \quad , \qquad (I)$$

где m – число продольных балок; $F_{б}$ – площадь поперечного сечения продольной балки; n – число раскосов, попадающих в поперечное сечение; $F_{р}$ – площадь поперечного сечения раскоса; κ – коэффициент, зависящий от угла наклона раскоса к поперечному сечению φ (табл.I); $F_{об}$ – площадь сечения обшивки (подсчитывается при редукционном коэффициенте $\psi = I$).

Таблица I

Значения коэффициента к при φ, град, равном						
30	35	40	45	50	55	60
2,000	I,743	I,556	I,4I4	I,305	I,22I	I,I55

3.3. Если в поддоне установлены продольные балки двух и более номеров и сечений, первое слагаемое в формуле (I) преобразуется к виду

$$\Sigma m_{i} F_{бi} \quad ,$$

где i – индекс балок с одинаковым сечением.

3.4. Если в поперечное сечение попадают раскосы разного сечения, второе слагаемое в формуле (I) преобразуется к виду

$$\kappa \sum n_j F_{pj} \quad ,$$

где j – индекс раскосов с одинаковым сечением.

Если к тому же раскосы различаются углом наклона φ, второе слагаемое имеет вид

$$\sum n_j F_{pj} \kappa_j$$

где κ_j – коэффициент, принимаемый по табл.I в соответствии со значением угла наклона φ для каждого раскоса.

3.5. Статический момент S и положение центральной плоскости сечения определяются по площади F, подсчитанной по формуле (I).

3.6. Момент инерции поперечного сечения поддона с раскосной решеткой подсчитывается по формуле

$$\mathcal{J} = m\mathcal{J}_б + mF_б a_1^2 + n\mathcal{J}_p \kappa + nF_p a_2^2 + F_{об} a_3^2 , \qquad (2)$$

где $\mathcal{J}_б$ – момент инерции продольной балки; $\mathcal{J}_p$ – момент инерции раскоса; a_1, a_2 и a_3 – расстояние от центра тяжести соответственно продольной балки, раскоса и обшивки до центральной плоскости сечения.

3.7. Если в сечении предусмотрены продольные балки двух и л и более номеров и сечений, а также в тех случаях, когда в поперечное сечение попадают раскосы разного сечения и под разными углами, соответствующие слагаемые в формуле (2) вводятся под знаком суммы (по аналогии с пп.3.3 и 3.4 настоящих Рекомендаций).

3.8. Прогиб поддона и сближение упоров определяются в соответствии с типом формы по формулам Руководства с учетом F и $\mathcal{J}$, подсчитанным по формулам (I) и (2) настоящих Рекомендаций.

3.9. Местное снижение жесткости на изгиб в поддонах с зазорами в узлах примыкания раскосов к продольной балке шириной до 60 мм не учитывается, а при зазорах большей ширины дополнительно подсчитывается момент инерции поперечного сечения, попадающего в зазор, и вычисляется приведенный момент инерции поддона в соответствии с указаниями прил.УI Руководства .

4. РАСЧЕТ ПОДДОНА С РАСКОСНОЙ РЕШЕТКОЙ НА КРУЧЕНИЕ

4.1. Прогиб свободного угла поддона при диагональном опирании, характеризующий жесткость конструкции на кручение, подсчитывается по формуле

$$y_g = \Omega \frac{Q b^3}{C}, \qquad (3)$$

где Ω – коэффициент, определяемый по пп.4.2 и 4.3; Q – масса формы и бетона изделия; b – ширина поддона; C – жесткость на кручение.

$$C = G J_к,$$

где G – модуль сдвига; $J_к$ – момент инерции на кручение (для плоского поддона определяется согласно разд.5, для поддона сложного очертания – разд.6 настоящих Рекомендаций).

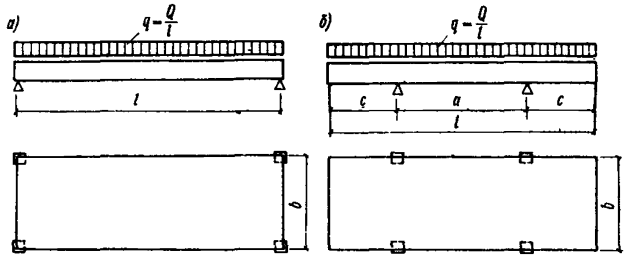


Рис.1. Расчетные схемы поддона
а – опоры расположены по краям; б – опоры смещены к середине

4.2. Коэффициент Ω определяется в зависимости от расположения опор (рис.1):

при опорах по краям ($\xi = \frac{c}{a} = 0$)

$$\Omega = \tau' (1 + \psi n); \qquad (4)$$

при опорах, смещенных к середине ($\xi = \frac{c}{a} > 0$),

$$\Omega = \tau' (1 + \bar{\psi} n) r. \qquad (5)$$

В формулах (4) и (5):

τ' и ψ – коэффициенты, принимаемые по табл.2 в зависимости от $\gamma = b/a$ при $a > b$ или $\gamma = a/b$ при $b > a$; $\bar{\psi}$ – коэффициент, принимаемый по табл.3; $h = \frac{c}{EJ}$; r – коэффициент, принимаемый по табл.4.

Таблица 2

γ	Значения коэффициентов τ' при		ψ
	$a > b$	$b > a$	
0,2	I,250	0,050	0,I60
0,3	0,833	0,075	0,I5I
0,4	0,625	0,I00	0,I42
0,5	0,500	0,I25	0,I36
0,6	0,4I7	0,I50	0,I28
0,7	0,357	0,I75	0,I20
0,8	0,3I2	0,200	0,II6
0,9	0,278	0,225	0,II4
I,0	0,250	0,250	0,II3

Таблица 3

γ	Значения коэффициента $\bar{\psi}$ при ξ, равном				
	0	0,I	0,2	0,3	0,4
I	2	3	4	5	6
0,2	0,I60	0,I67	0,I50	0,094	0,022
	4,000	4,I67	3,750	2,344	0,556
0,3	0,I5I	0,I59	0,I40	0,089	0,020
	I,679	I,770	I,552	I,I42	0,220
0,4	0,I40	0,I46	0,I29	0,08I	0,0I8
	0,875	0,9I2	0,804	0,508	0,II3
0,5	0,I23	0,I29	0,II3	0,072	0,0I6
	0,493	0,5I7	0,453	0,288	0,064
0,6	0,I08	0,II2	0,098	0,062	0,0I4
	0,299	0,3II	0,273	0,I74	0,038
0,7	0,09I	0,096	0,084	0,053	0,0I2
	0,I87	0,I96	0,I7I	0,I08	0,024

Продолжение табл. 3

I	2	3	4	5	6
0,8	0,077 0,I20	0,080 0,I25	0,070 0,II0	0,044 0,070	0,0I0 0,0I5
0,9	0,063 0,078	0,066 0,082	0,058 0,072	0,037 0,045	0,008 0,0I0
I,0	0,052	0,054	0,048	0,030	0,007

Примечание. Над чертой - значения, принимаемые при $a > b$, под чертой - при $b > a$

Таблица 4

Значения коэффициента r при ξ, равном				
0	0,I	0,2	0,3	0,4
I,000	I,008	I,023	I,056	I,089

4.3. Жесткость на кручение форм с бортами, приваренными к под - дону, подсчитывается согласно разд.6 настоящих Рекомендаций; влияние бортов, шарнирно прикрепленных к поддону, при определении жесткости формы на кручение не учитывается.

4.4. При расчете на кручение зазоры в узлах примыкания раскосов к продольной балке при ширине зазора до 60 мм не учитываются, однако угол наклона раскосов определяется без учета этих зазоров. При таком подходе снижение жесткости на кручение в пределах зазоров компенси - руется повышением жесткости на участках, где располагаются раскосы, поскольку фактический угол наклона меньше угла, при н я т о г о в расчете.

4.5. Поддоны, у которых зазоры в узлах имеют ширину до 200 мм и перекрываются вставками, рассчитывают как поддоны с зазорами шириной до 60 мм; при этом расчетный угол наклона принимается без учета за- зоров.

4.6. Для поддонов с зазорами в узлах до 300 мм, перекрытых вста- вками, расчет выполняется по указаниям п.4.5, если угол наклона рас- косов к поперечной оси $\varphi > 50^{\circ}$; если же $\varphi \leq 50^{\circ}$, значение y_g, под- считанное по формуле (3), умножается на коэффициент к = I,I.

5. МОМЕНТ ИНЕРЦИИ НА КРУЧЕНИЕ ПЛОСКОГО ПОДДОНА

5.I. Момент инерции на кручение поддона с раскосной решеткой в тех случаях, когда контур его поперечного сечения представляет собой прямоугольник или без заметной погрешности может быть принят прямоугольным, определяется по формуле

$$J_к = \alpha \beta n F_р h^2 , \qquad (6)$$

где α – коэффициент, зависящий от угла наклона раскосов φ (рис.2); β – коэффициент, определяющий часть площади раскоса, которая работает на кручение (см.п.5.2); n – число раскосов, попадающих в поперечное сечение; $F_р$ – площадь поперечного сечения раскоса; h – высота раскоса.

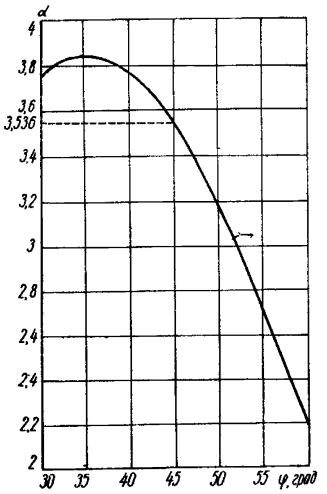


Рис.2. Значения коэффициента α

5.2. Коэффициент β определяется по табл.5. Значения коэффициента при высоте раскоса $h <$ I40 мм принимаются такими же, как при h = I40 мм.

Таблица 5

Высота раскоса h, мм	Значения коэффициента β при ширине полки, мм, равной					
	0	20	40	60	80	I00
I	2	3	4	5	6	7
I40	0,32	0,38	0,35	0,33	-	-
I60	0,28	0,33	0,3I	0,29	-	-
I80	0,26	0,32	0,30	0,29	0,29	-
200	0,27	0,32	0,3I	0,30	0,30	-

Продолжение табл. 5

I	2	3	4	5	6	7
220	0,29	0,35	0,34	0,32	0,32	0,3I
240	0,33	0,40	0,38	0,36	0,35	0,34
270	0,30	0,38	0,36	0,33	0,32	0,30
300	0,25	0,32	0,29	0,28	0,26	0,26

5.3. При разных углах наклона раскосов, пересекаемых поперечным сечением, формула (6) преобразуется к виду

$$J_к = \Sigma \alpha_i n_i F_{pi} \cdot \beta h^2 , \qquad (6а)$$

где i – индекс раскосов с одинаковым углом наклона.

5.4. При разном сечении раскосов, установленных по ширине поддона (например, часть из полосовой стали, часть из швеллеров), формула (6) преобразуется к виду

$$J_к = \Sigma \beta_i n_i F_{pi} \cdot \alpha h^2 , \qquad (6б)$$

где i – индекс раскосов с одинаковым сечением.

5.5. В случаях, когда по ширине поддона меняется сечение раскосов и угол их наклона, формула (6) преобразуется к виду

$$J_к = \Sigma \alpha_i \beta_i F_{pi} \cdot h^2 , \qquad (6в)$$

где i – индекс раскосов с одинаковыми углами наклона и сечением.

5.6. При изменении угла наклона, числа и сечения раскосов по длине поддона по формулам (6а), (6б), (6в) подсчитываются моменты инерции для всех отличающихся друг от друга поперечных сечений. При этом в расчет вводится усредненное значение $J_к^{ср}$, определяемое по формуле

$$J_к^{ср} = \frac{\Sigma J_{кi} l_i}{l} ,$$

где $J_{кi}$ – момент инерции i-го сечения; l_i – длина участка с моментом инерции $J_{кi}$; l – длина поддона.

5.7. Момент инерции поддона с комбинированной решеткой, в котором каркас из продольных и поперечных балок дополняется раскосами из уголков, расположенных в уровне нижней полки балок (см.разд.8 насто-

ящих Рекомендаций), а контур поддона представляет собой прямоуголь - ник или без заметной погрешности может быть принят прямоугольным, определяется по формуле (6), в которой принимается коэффициент $\beta = 0{,}5$ и высота h, равная высоте балок поддона.

6. МОМЕНТ ИНЕРЦИИ НА КРУЧЕНИЕ ПОДДОНА СЛОЖНОГО ОЧЕРТАНИЯ

6.1. Момент инерции на кручение поддона с раскосной решеткой при поперечном сечении сложного очертания определяется по формуле

$$J_к = \frac{4\omega^2 \delta_c}{S'} , \qquad (7)$$

где ω -площадь, ограниченная средней линией (рис.3); δ_c - средняя толщина контура; S' - приведенный периметр средней линии.

$$\delta_c = \frac{\sum \delta_i S_i}{\sum S_i} ; \quad S' = \sum \frac{\delta_c}{\delta_i} S_i ,$$

где δ_i - толщина i -го элемента контура; S_i - длина i -го элемента.

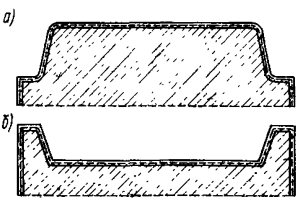


Рис.3. Примеры расчетных сечений поддонов сложного очертания

а - для изготовления ребристой плиты; б - то же, плоской плиты с технологическими уклонами в боковых гранях

(Пунктиром показана средняя линия контура; площадь, ограниченная средней линией, заштрихована)

6.2. Средняя линия, ограничивающая площадь ω снизу (см.рис.3), совмещается с нижней гранью раскосов (кромка листа, полка гнутого неравнополочного уголка, нижняя полка швеллера и т.п.). Толщину нижней обшивки, к которой приводят раскосы при работе на кручение и по которой подсчитывают входящие в формулу (7) параметры δ_c и S', определяют по формуле

$$\delta_н = \alpha' \beta n F_р \frac{1}{b'} , \qquad (8)$$

где α' - коэффициент, зависящий от угла наклона раскосов (рис.4); β, n и $F_р$ - см.формулу (6); b' - ширина поддона в пределах расположения раскосной решетки.

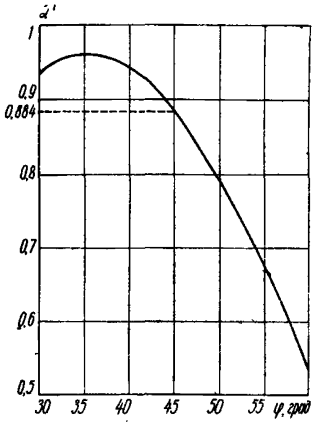


Рис.4. Значения коэффициента α'

6.3. В поддонах сложного очертания с раскосами разной высоты и сечения приведенная толщина нижней обшивки определяется по формуле

$$\delta_н = \Sigma \beta_i n_i F_{pi} \cdot \frac{\alpha'}{b'}, \qquad (8а)$$

где i – индекс раскосов с одинаковыми высотой и сечением.

6.4. Если изменяются и углы наклона раскосов в дополнение к условиям п.6.3, приведенная толщина нижней обшивки определяется по формуле

$$\delta_н = \Sigma \alpha_i \beta_i n_i F_{pi} \cdot \frac{1}{b'}, \qquad (8б)$$

где i –индекс раскосов с одинаковыми высотой, сечением и углами наклона.

6.5. Момент инерции поддона с комбинированной раскосной решеткой, в котором на части площади предусмотрена нижняя обшивка (см.разд. 8 настоящих Рекомендаций), определяется так же, как и для поддона сложного очертания.

6.6. При комбинированной раскосной решетке подсчет входящих в формулу (7) параметров δ_c и S' ведется по фактической толщине нижней обшивки. С учетом круглых отверстий в нижней обшивке параметры δ_c и S' определяются по приведенной толщине нижней обшивки, равной

$$\delta_н^{пр} = K\delta,$$

где K – коэффициент, принимаемый по табл.6; δ – толщина нижней обшивки.

Таблица 6

Значения коэффициента K при суммарной площади отверстий, %							
5	10	15	20	25	30	35	40
0,99	0,96	0,88	0,77	0,69	0,55	0,46	0,35

6.7. Момент инерции поддона с комбинированной решеткой, в котором каркас из продольных и поперечных балок дополняется раскосами из уголков, расположенных в уровне нижней полки балок (см.разд.8 настоящих Рекомендаций), а сам поддон имеет сложное очертание, подсчитывается по формуле (7).

6.8. При определении момента инерции поддона по п.6.7 входящие в формулу (7) параметры δ_c и S' подсчитываются по приведенной толщине нижней обшивки $\delta_н$; в формулу (8) вводят коэффициент $\beta = 0{,}5$ и ширину b', равную ширине поддона.

7. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ РАСКОСНОЙ РЕШЕТКИ

7.I. Каркасы поддонов с раскосной решеткой конструируются из наружных продольных и торцевых балок и внутренней решетки, образуемой диагонально расположенными балками (раскосами).

7.2. Раскосы рекомендуется располагать таким образом, ч т о б ы они образовывали полные перекрестные связи и имели высоту, равную высоте наружных балок.

Примечание. Полной называется перекрестная связь, в которой оба раскоса (каждый из одного элемента или при наличии внутренних продольных балок из нескольких элементов) проходят по всей ширине поддона и упираются в наружные продольные балки.

7.3. В поддонах шириной до 2 м при двух внутренних продольных балках коробчатого сечения (из двух швеллеров, обращенных друг к другу полками) допускается отсутствие полных перекрестных связей, благодаря чему обеспечивается симметричное расположение узлов примыкания раскосов по длине наружных балок.

7.4. Схема раскосной решетки принимается в зависимости от вида нагрузки, передаваемой на поддон, от размеров поддона в плане, о т требований технологии, обусловленных необходимостью установки и крепления поддонов на постах технологической линии, от сечения раскосов.

Классификация схем раскосной решетки приведена в разд.8, а указания по выбору схемы решетки содержатся в разд.9 настоящих Рекомендаций.

7.5. Рекомендуется принимать раскосы из полосы (см.прил.I и 2 настоящих Рекомендаций), гнутых неравнополочных уголков по сортаменту НИИЖБ (см.прил.3 настоящих Рекомендаций) и прокатных ш в е л л е ров (ГОСТ 8240-72). Помимо приведенных в прил.I-3 профилей, допускается в качестве раскосов применять полосы по ГОСТ I 0 3 - 7 6 и

ГОСТ 82-70, а также гнутые неравнополочные уголки из листа толщиной 4-8 мм и с горизонтальной полкой, ширина которой может быть меньше указанной в сортаменте НИИЖБ (см.прил.3 настоящих Рекомендаций).

7.6. Выбор сечения раскоса (полоса, гнутый неравнополочный уголок, швеллер) производится с учетом требуемой жесткости конструкции на кручение и изгиб, характера загружения формы, наличия соответствующих профилей и оборудования для рубки неравнополочных уголков и швеллеров под углом 45°, схемы балочной решетки и т.п.

7.7. Наибольшая жесткость на кручение (для принятой схемы балочной решетки) достигается при использовании в качестве раскосов швеллеров и неравнополочных уголков. При раскосах из швеллеров одновременно обеспечивается максимальная жесткость на изгиб.

7.8. Оптимальным раскосом следует считать гнутый неравнополочный уголок по сортаменту НИИЖБ (см.прил.3 настоящих Рекомендаций). Поскольку централизованный выпуск этих профилей в настоящее время не организован, допускается применять гнутые профили, изготовленные непосредственно на заводе-изготовителе форм.

7.9. Швеллер в качестве раскоса рекомендуется применять в первую очередь в поддонах, в которых необходимо одновременно с жесткостью на кручение обеспечить достаточно высокую жесткость конструкции на изгиб, в частности, когда поддон воспринимает усилия от предварительно-напряженной арматуры.

7.10. В тех случаях, когда раскосная решетка создает необходимую жесткость на кручение и за счет раскосов не требуется существенно увеличить жесткость поддона на изгиб, допускается применять раскосы простейшего профиля - из полосовой стали. При раскосах из полосы легко выполняются любые сложные схемы раскосной решетки с наименьшей трудоемкостью работ по изготовлению поддона (по сравнению с поддоном, у которого раскосы другого профиля).

7.11. Раскосы рекомендуется располагать под углом 45°, так как больший угол влечет за собой снижение жесткости конструкции на кручение, а меньший - увеличение числа деталей каркаса и массы конструкции.

Соотношение жесткостей на кручение поддона в зависимости от угла наклона раскосов приведено в табл.7.

Таблица 7

Угол наклона раскосов, град	30	35	40	45	50	55	60
Жесткость на кручение,%	106	109	106,6	100	89,6	76	61,3

7.I2. Помимо решетки с раскосами, заменяющими поперечные балки и имеющими высоту поддона, допускается дополнять раскосами несущий каркас из продольных и поперечных балок. Раскосы в такой решетке выполняются из прокатных уголков (ГОСТ 8509–72), привариваемых к балкам в уровне их нижних полок.

8. КЛАССИФИКАЦИЯ СХЕМ РАСКОСНОЙ РЕШЕТКИ

8.I. Поддоны с раскосной решеткой подразделяются на конструкции, в которых раскосы располагаются на всей площади (полная раскосная решетка), на части площади и с раскосами, дополняющими каркас из продольных и поперечных балок; два последних типа конструкций относятся к комбинированным.

8.2. Раскосная решетка является одинарной, если по ширине между продольными балками имеется одно пересечение раскосов (рис.5) и двойной, когда имеется два пересечения раскосов (рис.6).

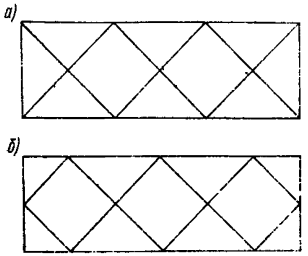


Рис.5. Простейшие схемы одинарных раскосных решеток

а – с узлами пересечения крайних раскосов под обшивкой; б – то же, на торцевых балках

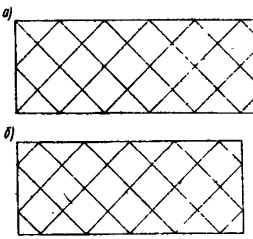


Рис.6. Простейшие схемы двойных раскосных решеток

а – с одним узлом пересечения раскосов на торцевых балках; б – то же, с двумя

8.3. В зависимости от положения первых от торцов узлов пересечения раскосов возможны две схемы: одинарная решетка с узлами пересечения раскосов под обшивкой (см.рис.5,а) и на торцевых балках (см.рис.5,б). При двойной решетке первой схеме соответствует один узел на торцевых балках (см.рис.6,а), второй схеме – два узла (см.рис.6,б).

8.4. Помимо одинарной и двойной решеток без внутренних продольных балок (см.рис.5 и 6), существуют схемы с внутренними продольными балками: одной (рис.7), двумя (рис.8) и тремя (рис.9).

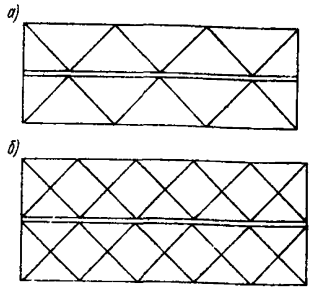


Рис.7. Схемы раскосной решетки с одной внутренней продольной балкой

а – одинарная схема; б – то же, двойная

(На рис.7,8 и 9 продольные балки условно показаны двумя линиями)

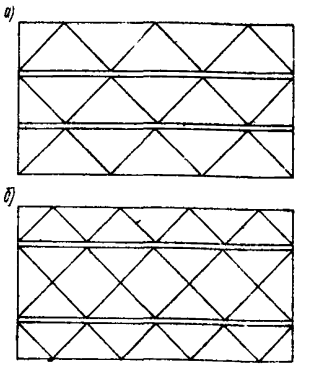


Рис.8. Схемы раскосной решетки с двумя внутренними продольными балками

а – без пересечения раскосов между продольными балками; б – с пересечением раскосов в средней зоне

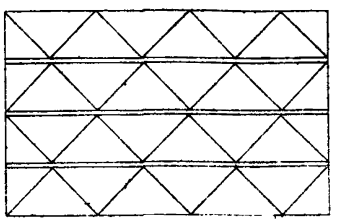


Рис.9. Схема раскосной решетки с тремя внутренними продольными балками

8.5. Комбинированные решетки включают в себя, кроме раскосов и продольных балок, дополнительные поперечные балки (рис.I0) и нижнюю обшивку на части площади (рис.II).

Примечание. В нижней обшивке необходимо предусмотреть круглые отверстия суммарной площадью 30–35 % от площади ячеек, перекрываемых листом.

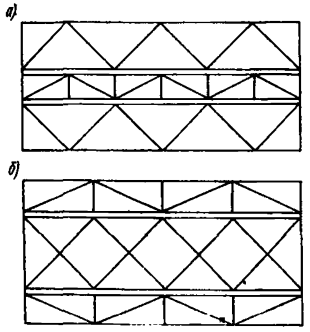


Рис.I0. Усложненные схемы раскосных решеток

а – с включением поперечных балок в средней зоне; б – то же, в крайних зонах

(На рис.I0 и II продольные балки условно показаны двумя линиями)

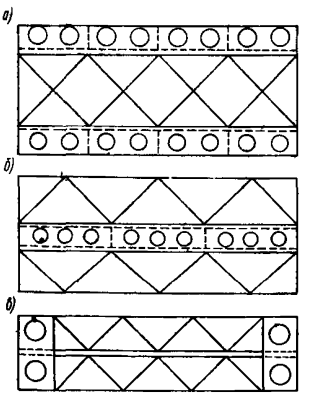


Рис.II. Схемы раскосных решеток, комбинированные с нижней обшивкой на части площади

а – с нижней обшивкой в крайних зонах; б – то же, в средней зоне; в – то же, на торцевых участках

8.6. К поддонам с комбинированной решеткой относятся т а к ж е конструкции, в которых раскосы из уголков дополняют каркас из продольных и поперечных балок (рис.I2).

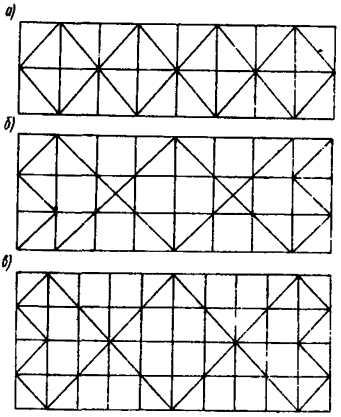


Рис.I2. Схема решетки, сочетающей каркас из продольных и поперечных балок с раскосами из уголков

а - при одной внутренней продольной балке; б - то же, при двух; в - то же, при трех

8.7. Варианты комбинированных решеток, приведенные на рис.I0-I2, не охватывают все возможные на практике конструктивные решения, многообразие которых обусловлено различием размеров поддонов в плане, разным очертаниям поперечных сечений, характером загружения, технологическими требованиями к конструкции и т.п.

Указания по выбору рациональных схем решетки приведены в разд.9 настоящих Рекомендаций.

8.8. При одинаковой схеме раскосной решетки в поддонах принимаются раскосы одного или разных профилей (швеллер и полоса, полоса и гнутый неравнополочный уголок и т.п.). При этом раскосы разного профиля могут как пересекаться между собой, так и располагаться на разных участках поддона.

9. ВЫБОР СХЕМЫ РАСКОСНОЙ РЕШЕТКИ

9.I. Схему раскосной решетки следует принимать предельно простой, обеспечивая при этом выполнение всех конструктивных и технологических требований, связанных с ограничением деформаций поддона на изгиб и кручение и необходимостью его работы совместно с оборудованием, установленным на технологической линии, в том числе с подъемно-транспортными машинами.

9.2. Число внутренних продольных балок, если без них невозможно обойтись, должно быть не больше, чем это требуется для восприятия усилий от напряженной арматуры, крепления технологических деталей (подмагнитных плит, упоров и фиксаторов разного назначения) и иск-

лючения взаимных врезок раскосов из швеллеров и гнутых неравнополочных уголков.

9.3. При швеллерах и гнутых неравнополочных уголках раскосы рекомендуется располагать под углом 45° (рез выполняется под прессом с использованием штампа); при раскосах из полосы в случае необходимости допускается принимать решетку с раскосами под углом, отличающимся от 45° (см.п.7.II настоящих Рекомендаций).

9.4. Если по длине поддона не помещается целое число раскосов из швеллеров и гнутых неравнополочных уголков разрешается увеличивать расстояние между стыкуемыми в узле раскосами (расстояние это не рекомендуется принимать более 300 мм) с соответствующим усилением узла вставкой из листа (рис.I3).

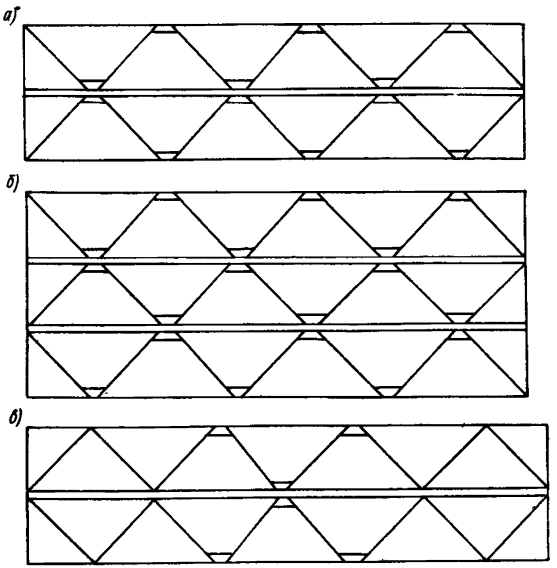


Рис.I3. Схемы раскосной решетки с раздвинутыми раскосами

а – раскосы раздвинуты по всей длине поддона с одной продольной балкой; б – то же, с двумя; в – раскосы раздвинуты в средней зоне

(Продольные балки условно показаны двумя линиями)

9.5. В отдельных случаях допускается раздвижка раскосов из полосы, если по каким-либо соображениям раскосы нежелательно располагать под углом, меньшим или большим 45° по всей длине или на части длины поддона.

9.6. При конструировании раскосы следует размещать, начиная о т торцов; необходимые сбивки в шаге раскосов, в том числе и раздвижку раскосов рекомендуется выполнять в средней зоне (см.рис.I3,в).

9.7. Места расположения устройств для подъема (осей колес, опорных плит) следует совмещать с узлами сопряжения раскосов и наружных продольных балок. Для форм шириной до 2 м при достаточно мощных наружных продольных балках и расчетной нагрузке на опорный узел, равной или меньшей 2 т, соблюдение этого требования не является обязательным.

9.8. Для удовлетворения требования п.9.7 при рекомендуемом смещении устройств для подъема (осей колес, опорных плит) от краев д о значения $\xi = \frac{c}{a} = 0{,}3\text{-}0{,}35$ (см.рис.I) следует рассматривать варианты с расположением узлов пересечения крайних раскосов под обшивкой или на торцевых балках (см.рис.5 и 6); принимается вариант, при котором расположение опор ближе к оптимальному значению.

Рекомендуемое расположение устройств для подъема (осей колес, опорных плит) в поддоне с простейшей одинарной решеткой показано на рис.I4.

9.9. Узлы пересечения крайних раскосов рекомендуется выносить на торцевые балки в тех случаях, когда на упорах поддона в напряженном состоянии фиксируется арматура; при таком решении подкрепляются торцевые балки на участках между продольными балками и создаются благоприятные условия для распределения продольных усилий от торцов к середине.

I0. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ УЗЛОВ РАСКОСНОЙ РЕШЕТКИ

I0.I. Технологичность изготовления поддона с раскосной решеткой в первую очередь определяется конструктивным решением узлов сопряжения раскосов с продольными балками и между собой. В связи с э т и м рациональному конструированию узлов следует уделять особое внимание.

I0.2. Узлы сопряжения раскосов с наружными и внутренними продольными балками рекомендуется выполнять без врезок, что достигается либо за счет примыкания раскосов к стенкам продольных балок (рис.I5), либо с помощью дополнительных деталей - накладок и планок (рис.I6 и I7).

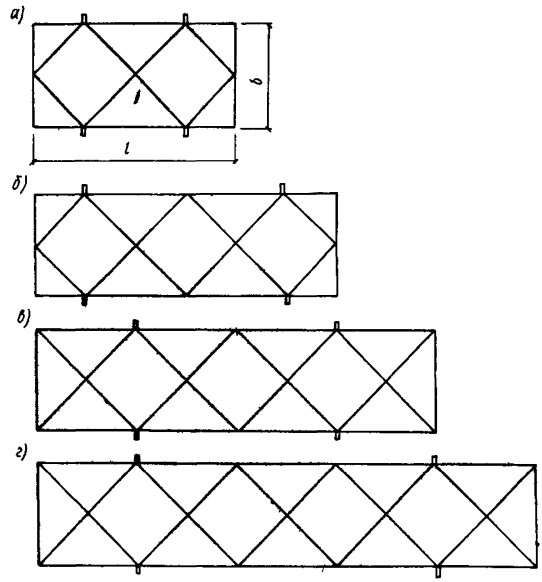


Рис.I4. Расположение устройств для подъема в поддоне с простейшей одинарной решеткой

а - $l/b = 2$; б - $l/b = 3$; в - $l/b = 4$; г - $l/b = 5$

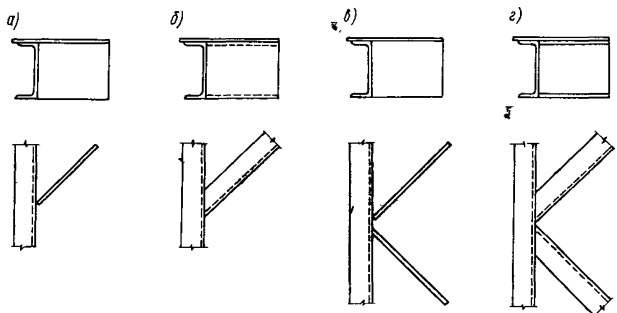


Рис.I5. Узел примыкания раскоса (раскосов) к стенке продольной балки

а - раскосы из полосы; б - то же, из швеллера; в - раскосы из полос; г - то же, из швеллеров

(На рис.I5-20 обшивка в плане не показана)

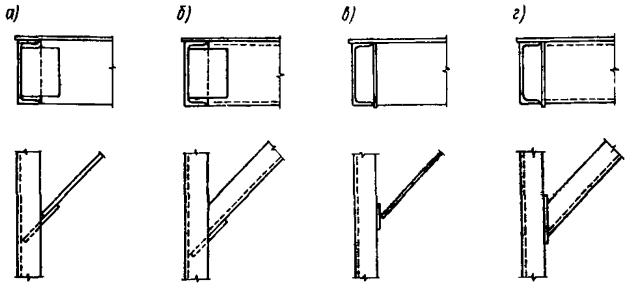


Рис.I6. Узел примыкания раскоса к продольной балке со стороны, противоположной стенке

а - с помощью накладки, раскос из полосы; б - то же, из швеллера; в - с помощью планки, раскос из полосы, г - то же, из швеллера

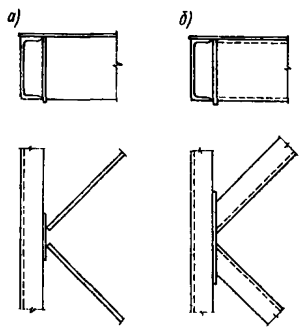


Рис.I7. Узел примыкания раскосов к продольной балке со стороны, противоположной стенке, с помощью планки

а - раскосы из полосы; б - то же, из швеллеров

I0.3. В узлах сопряжения двух раскосов с продольной балкой расстояние между торцами раскосов следует принимать не большим, чем это необходимо для обеспечения качественного наложения швов; обычно это расстояние равно 40-60 мм.

I0.4. Пересечение раскосов из швеллеров или гнутых неравнополочных уголков также рекомендуется выполнять без врезок, используя дополнительные накладки или планки (рис.I8).

I0.5. Чтобы упростить узлы сопряжения раскосов с продольными балками, внутренние продольные балки, к которым раскосы подходят с двух сторон, рекомендуется выполнять коробчатыми (и з двух швеллеров , обращенных друг к другу полками, или из швеллера и полосы, замыкающей профиль и привариваемый по длине швеллера).

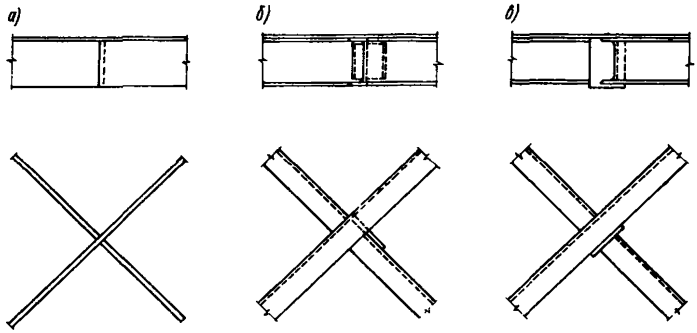


Рис.18. Узел пересечения двух раскосов

а - встык, раскосы из полос; б - с помощью накладки, раскосы из швеллеров; в - то же, с помощью планки

10.6. Если раскосы, примыкающие к продольной балке в одном узле, раздвинуты на расстояние более 60 мм, рекомендуется усиливать узел вставкой из листа (толщиной 6-10 мм, шириной не менее 100 мм), которую располагают снизу (в уровне полок швеллеров или гнутых неравнополочных уголков) и приваривают ко всем элементам узла - к продольной балке и двум раскосам (рис.19).

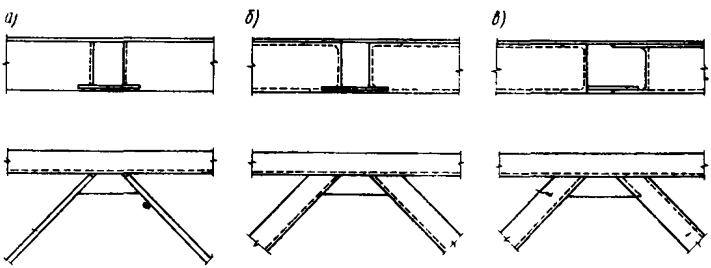


Рис.19. Узел примыкания раздвинутых раскосов к продольной балке

а - раскосы из полос; б - раскосы из швеллеров, вставка располагается между стенками двух швеллеров; в - то же, между стенкой и полкой двух швеллеров

10.7. При раздвинутых раскосах рекомендуется, чтобы сходящиеся узле швеллеры были обращены друг к другу стенкой и полкой (см.

рис.I9,в). В этом случае отпадает необходимость в подгонке длины вставки по ширине зазора.

I0.8. Раскосы из уголков , дополняющие каркас из продольных и поперечных балок, следует приваривать к нижним полкам швеллеров или к стенке в уровне нижней полки швеллера (рис.20,а).

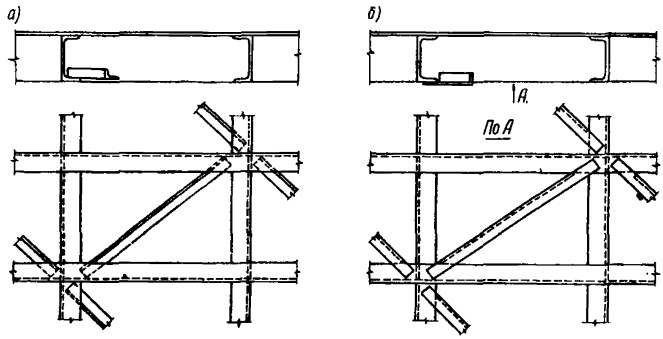


Рис.20. Крепление раскосов из уголков к балкам каркаса поддона
а – при изготовлении балочного каркаса; б – при усилении поддона

Раскосы, являющиеся элементами усиления существующей конструкции, следует приваривать к швеллерам снизу, удаляя предварительно вертикальную полку уголков на участках примыкания к швеллерам (рис.20,б).

II. СПЕЦИФИКА КОНСТРУИРОВАНИЯ РАСКОСНОЙ РЕШЕТКИ В ПОДДОНАХ СЛОЖНОГО ОЧЕРТАНИЯ

II.I. В поддонах сложного очертания, на которых формуют ребристые изделия, изделия с криволинейными поверхностями и т.п., обычно не удается ограничиться решеткой простейшего типа, и балочный каркас выполняется комбинированным (см.разд.9 настоящих Рекомендаций).

II.2. Причиной усложнения балочного каркаса в поддонах рассматриваемого типа являются разные высоты балок в поперечном и продольном сечениях, необходимость размещения балок по ширине и д л и н е в определенных местах (в соответствии с изменением конфигурации изделия) и большая высота поддона.

II.3. Комбинированный каркас в поддонах, указанных в п.II.I, включает продольные и поперечные балки, дополняемые на всей или части площади поддона раскосами той же высоты из швеллеров, гнутых

неравнополочных уголков или полосы) либо раскосами из прокатных уголков; рекомендуется на части площади, неудобной для выполнения раскосной решетки, предусматривать нижнюю обшивку толщиной 4–5 мм с отверстиями в каждой ячейке.

II.4. Раскосы, дополняющие каркас из продольных и поперечных балок, рекомендуется применять при высоте поддона $h \leq 300$ мм (рис. 2I,а); при большей высоте поддона предпочтение следует отдавать раскосам из расположенных внизу прокатных уголков, обеспечивающих существенное снижение металлоемкости каркаса (рис.2I,б).

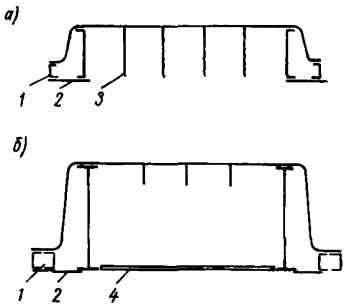


Рис.2I. Поперечное сечение поддона для ребристого изделия
а – при высоте поддона $h \leq 300$ мм; б – то же, $h > 300$ мм
I – продольная балка; 2 – нижняя обшивка; 3 – раскос из полосы; 4 – раскос из уголков

II.5. На участках, где меняется высота поддона, раскосы не ставятся; вместо них рекомендуется приваривать снизу обшивку (см.рис.2I) или располагать такие внизу раскосы из прокатных уголков.

II.6. При криволинейном очертании нижней грани изделия возможность установки раскосов в поддоне исключается, и продольные и поперечные балки следует дополнять раскосами из прокатных уголков (рис.22).

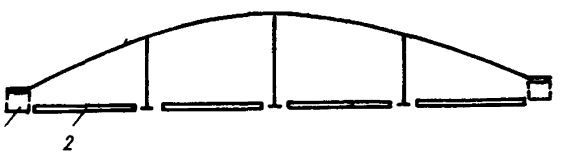


Рис.22. Поперечное сечение поддона для криволинейного изделия
I – продольная балка; 2 – раскос из уголков

II.7. В поддонах для рельефных изделий, характеризуемых особым разнообразием очертания верхней обшивки, допускается любые типы комбинированной решетки, в том числе сочетающие с продольными и поперечными балками раскосы той же высоты, раскосы из прокатных уголков и нижнюю обшивку (рис.23).

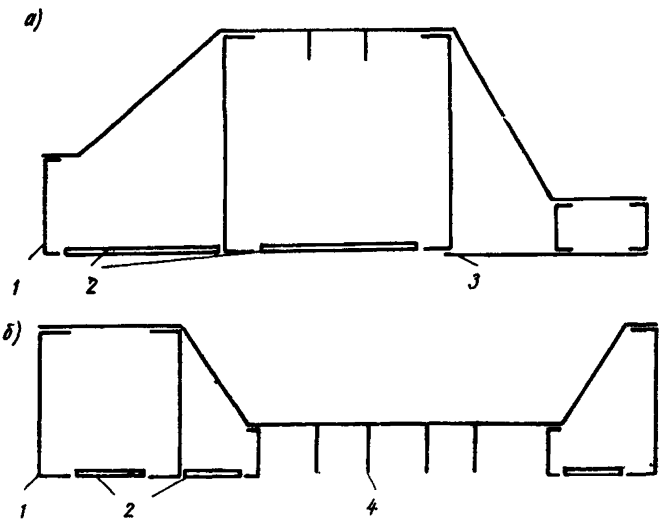
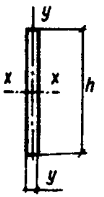


Рис.23. Поперечное сечение поддона для рельефного изделия
а - с уширенной частью по контуру; б - то же, в середине; I - продольная балка; 2 - раскос из уголков; 3 - нижняя обшивка; 4 - раскос из полосы

РАСКОСЫ ИЗ ПОЛОСОВОЙ СТАЛИ ($h \leq 200$ мм)*



Обозначения: h – высота полосы; S – толщина листа; J – момент инерции; r – радиус инерции

h, мм	S, мм	Площадь сечения, $см^2$	Ось х-х		Ось у-у		Масса I м, кг
			J_x, $см^4$	i_x, см	J_y, $см^4$	i_y, см	
I00	6	6,0	50,0	2,I8	0,I8	0,I7	4,7I
	8	8,0	66,7	2,I8	0,43	0,23	6,28
	I0	I0,0	83,3	2,I8	0,83	0,29	7,85
I20	6	7,2	86,4	3,46	0,22	0,I7	5,65
	8	9,6	II5,0	3,46	0,5I	0,23	7,54
	I0	I2,0	I44,0	3,46	I,00	0,29	9,42
I40	6	8,4	I37,0	4,04	0,25	0,I7	6,59
	8	II,2	I83,0	4,04	0,60	0,23	8,79
	I0	I4,0	229,0	4,04	I,I7	0,29	I0,99
I60	6	9,6	205,0	4,6I	0,29	0,I7	7,54
	8	I2,8	273,0	4,6I	0,68	0,23	I0,05
	I0	I6,0	34I,0	4,6I	I,33	0,29	I2,59
I80	6	I0,8	292,0	5,20	0,32	0,I7	8,48
	8	I4,4	389,0	5,20	0,77	0,23	II,30
	I0	I8,0	486,0	5,20	I,50	0,29	I4,I3
200	6	I2,0	400,0	5,77	0,36	0,I7	9,42
	8	I6,0	533,0	5,77	0,85	0,23	I2,56
	I0	20,0	667,0	5,77	I,67	0,29	I5,70

* ГОСТ I03-76 "Полоса стальная горячекатаная. Сортамент".

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

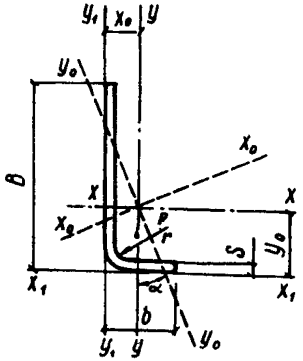
РАСКОСЫ ИЗ ПОЛОСОВОЙ СТАЛИ ($h > 200$ мм)*

Эскиз и обозначения см.прил.I.

h, мм	s, мм	Площадь сечения, $см^2$	Ось х-х		Ось у-у		Масса I м, кг
			J_x, $см^4$	i_x, см	J_y, $см^4$	i_y, см	
220	6	I3,2	532	6,35	0,40	0,I7	I0,36
	8	I7,6	7I0	6,35	0,94	0,23	I3,82
	I0	22,0	887	6,35	I,83	0,29	I7,27
240	6	I4,4	69I	6,92	0,43	0,I7	II,30
	8	I9,2	922	6,92	I,02	0,23	I5,07
	I0	24,0	II52	6,92	2,00	0,29	I8,84
260	6	I5,6	879	7,50	0,47	0,I7	I2,25
	8	20,8	II72	7,50	I,II	0,23	I6,33
	I0	26,0	I465	7,50	2,I7	0,29	20,4I
280	6	I6,8	I098	8,07	0,50	0,I7	I3,I9
	8	22,4	I463	8,07	I,I9	0,23	I7,58
	I0	28,0	I829	8,07	2,33	0,29	2I,98
300	6	I8,0	I350	8,67	0,54	0,I7	I4,I3
	8	24,0	I800	8,67	I,28	0,23	I8,84
	I0	30,0	2250	8,67	2,50	0,29	23,55

* ГОСТ 82-70 "Сталь широкополосная универсальная. Сортамент".

УГОЛКИ СТАЛЬНЫЕ ГНУТЫЕ НЕРАВНОПОЛОЧНЫЕ СОРТАМЕНТ



Обозначения: B – ширина большей полки; b – ширина меньшей полки; s – толщина полки; r – радиус кривизны; J – момент инерции; r – радиус инерции; x_0, y_0 – расстояния от центра тяжести до наружных поверхностей полок;

$n_1 = \frac{B - s - r}{s}$ – отношение расчетного свеса большей полки к толщине профиля;

$n_2 = \frac{B - s - r}{s}$ – отношение расчетного свеса меньшей полки к толщине профиля.

B	b	s	r, не более	n_1	n_2	Площадь сечения, см²	Справочные величины для осей												Масса 1 м, кг
мм							x-x		y-y		x_1-x_1		y_1-y_1		x_0-x_0		y_0-y_0		
							J_x, см⁴	i_x, см	J_y, см⁴	i_y, см	J_{x1}, см⁴	y_0, см	J_{y1}, см⁴	x_0, см	J_{x0}, см⁴	i_{x0}, см	J_{y0}, см⁴	i_{y0}, см	tgα	
140	50	5	7	25,6	7,6	9,05	186,25	4,54	14,42	1,26	457,46	5,48	21,45	0,88	187,98	4,56	19,41	1,46	0,099	7,10
160	50	5	7	29,6	7,6	10,05	268,29	5,17	14,89	1,22	682,79	6,42	21,53	0,81	269,63	5,18	18,87	1,37	0,072	7,89
180	60	6	9	27,5	7,5	12,73	469,68	6,07	30,61	1,55	1166,65	7,71	44,58	1,09	474,16	6,10	43,74	1,85	0,100	9,99
200	60	6	9	30,8	7,5	14,93	620,77	6,45	31,13	1,45	1600,14	8,10	44,74	0,95	623,34	6,46	38,88	1,61	0,066	11,72
220	60	6	9	34,2	7,5	16,13	806,02	7,07	31,64	1,40	2129,74	9,06	44,87	0,90	808,15	7,08	38,11	1,54	0,053	12,66
240	75	7	9	32,0	8,4	21,18	1276,89	7,77	70,98	1,83	3226,09	9,51	101,26	1,20	1284,17	7,79	92,37	2,09	0,077	16,63
270	75	7	9	36,3	8,4	23,28	1761,71	8,70	72,48	1,76	4593,19	11,03	101,61	1,08	1766,64	8,71	87,54	1,94	0,055	18,27
300	85	8	12	35,0	8,1	29,61	2766,30	9,67	101,71	1,86	7200,75	12,24	169,15	1,29	2776,29	9,68	132,75	2,12	0,062	23,24

ПРИМЕРЫ КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ПОДДОНОВ С РАСКОСНОЙ РЕШЕТКОЙ

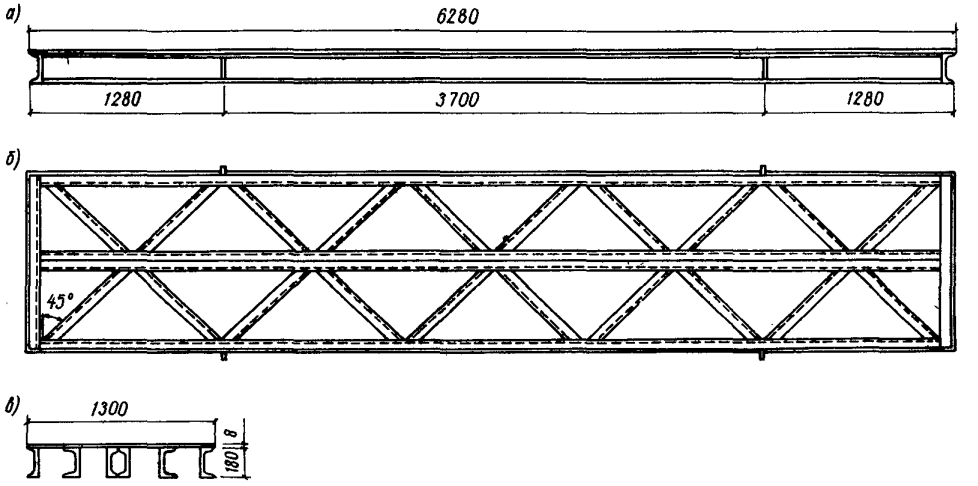


Рис.24. Плоский поддон размером 1,3х6,28 м с раскосами из швеллеров
а - вид сбоку; б - план (вид снизу); в - поперечное сечение

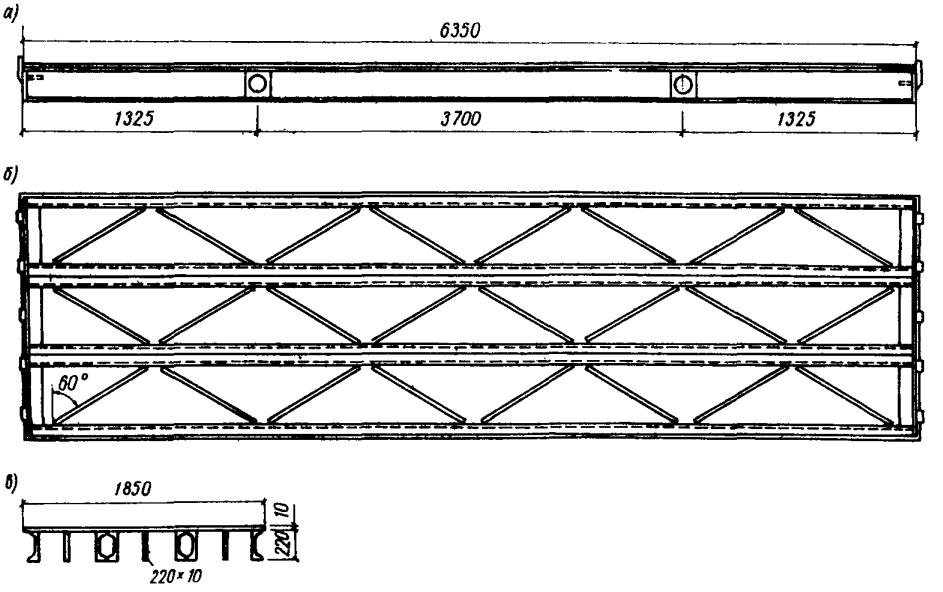


Рис.25. Плоский поддон размером I,85х6,35 м с раскосами из полос (для изготовления панелей с предварительно-напряженной арматурой)

а - вид сбоку; б - план (вид снизу); в - поперечное сечение

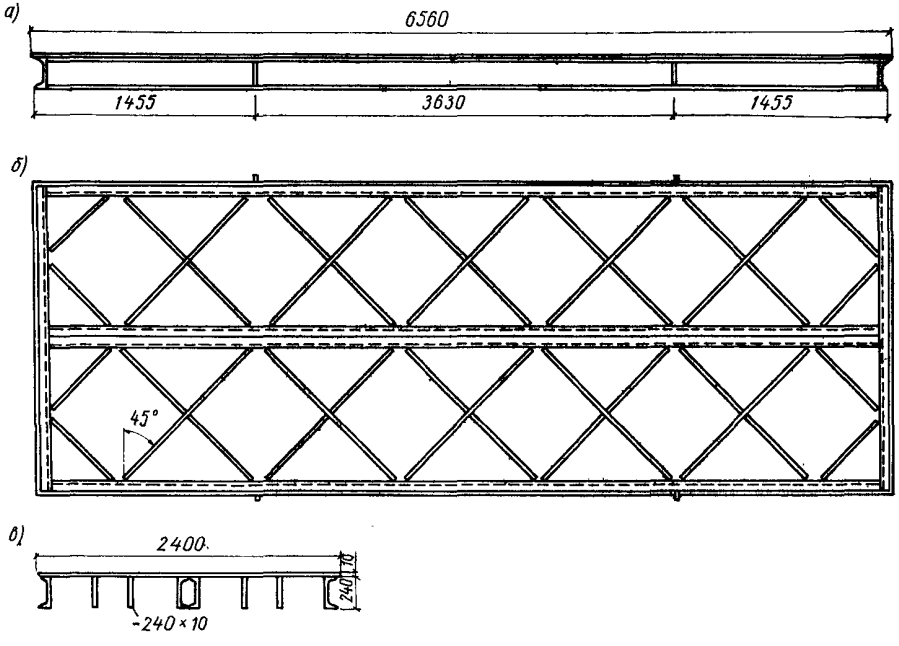


Рис.26. Плоский поддон размером 2,4х6,56 м с раскосами из полос
а - вид сбоку; б - план (вид снизу); в - поперечное сечение

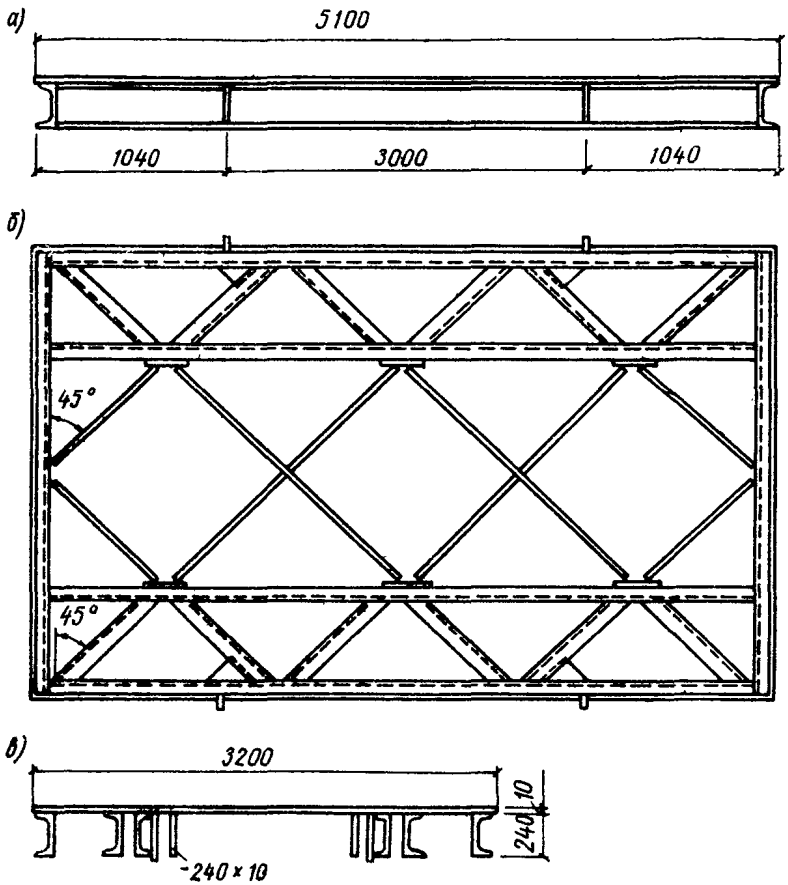


Рис.27. Плоский поддон размером 3,2х5,1 м с раскосами из швеллеров и полос

а - вид сбоку; б - план (вид снизу); в - поперечное сечение

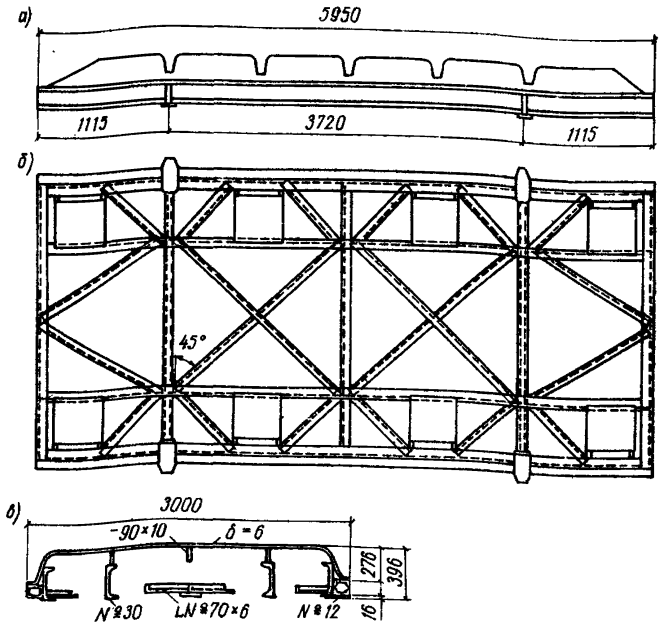


Рис.28. Поддон сложного сечения размером 3х5,95 м с раскосами из уголков

а - вид сбоку; б - план (вид снизу); в - поперечное сечение (по плите ребристой панели)

(Поперечные балки, поддерживающие ребра, на плане не показаны)

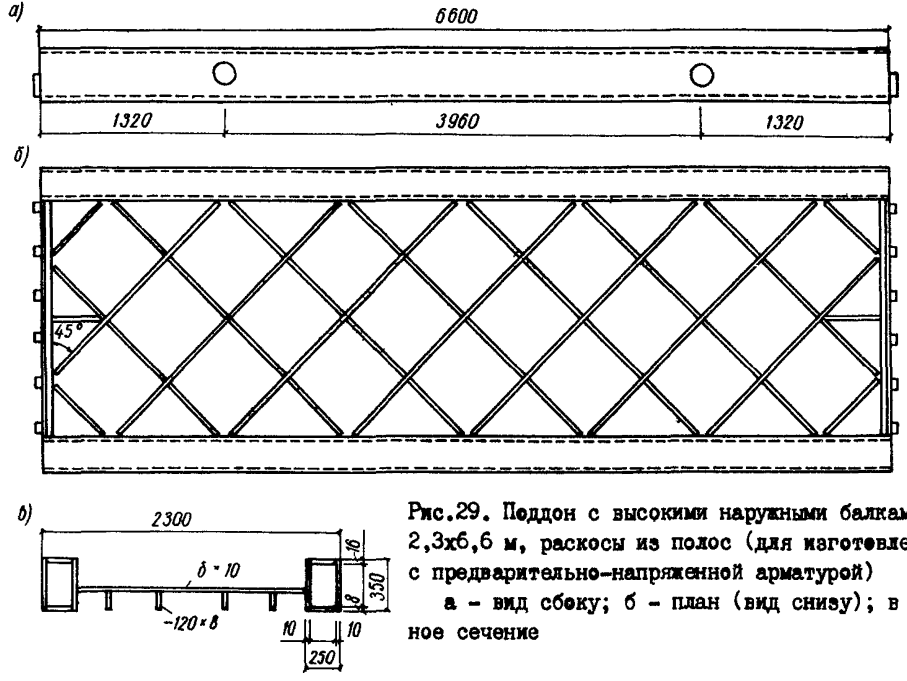


Рис.29. Поддон с высокими наружными балками размером 2,3х6,6 м, раскосы из полос (для изготовления панелей с предварительно-напряженной арматурой)

а - вид сбоку; б - план (вид снизу); в - поперечное сечение

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА

Пример I. Поддон (см.рис.24 в прил.4 настоящих Рекомендаций) предназначен для изготовления панелей с немедленным распалубливанием. Масса поддона 2000 кг, масса панели 2400 кг.

I. Нагрузки

Масса поддона на единицу длины

$$g = \frac{2000}{628} = 3{,}19 \text{ кг/см}.$$

Масса панели на единицу длины

$$p = \frac{2400}{600} = 4 \text{ кг/см}.$$

Суммарная вертикальная нагрузка на единицу длины

$$q = 3{,}19 + 4 = 7{,}19 \text{ кг/см}.$$

Суммарная вертикальная нагрузка

$$Q = 2000 + 2400 = 4400 \text{ кг}.$$

2. Геометрические характеристики сечения поддона

Площадь определяется по формуле (I)

$$F = 4.20{,}7+2.20{,}7.1{,}4I4+0{,}8.I30 = 82{,}8+58{,}54+I04 = 245{,}34 \text{ см}^2.$$

Статический момент инерции относительно оси x, проходящей через центр тяжести швеллеров, равен

$$S_x = I04\ (9+0{,}4) = 977{,}6 \text{ см}^3.$$

Расстояние центра тяжести сечения от оси x составляет

$$e_x = \frac{977{,}6}{245{,}34} = 3{,}98 \text{ см}.$$

Момент инерции на изгиб определяется по формуле (2)

$$J = 4.I090+2.I090.1{,}4I4+82{,}8.3{,}98^2+58{,}54.3{,}98^2+I04\ (9{,}4-3{,}98)^2 =$$

$$= I2850 \text{ см}^4.$$

Момент инерции на кручение определяется по формуле (6)

$$J_к = 3{,}54.0{,}29.2.20{,}7.I8^2 = I3770 \text{ см}^4.$$

3. Расчетные жесткости поддона

Расчетная жесткость на изгиб определяется по формуле (6.4)*

$$B = 2{,}1.10^6.12850 = 2{,}7.10^{10} \text{ кгс.см}^2.$$

Расчетная жесткость на кручение (см.п.4.1 настоящих Рекомендаций) равна

$$C = 0{,}8.10^6.13770 = 1{,}1.10^{10} \text{ кгс.см}^2.$$

4. Определение прогиба поддона

Прогиб подсчитывается по формуле (6.1)* при

$$\xi = \frac{128}{370} = 0{,}346 \quad \text{и} \quad \varphi = 0{,}078 \text{ (по таблице прил.11*)}.$$

$$y = \frac{0{,}0078.7{,}19.370^4}{2{,}7.10^{10}} = 0{,}04 \text{ см} < [y] = 0{,}4 \text{ см}.$$

5. Определение деформации поддона при кручении

Прогиб свободного угла поддона при диагональном опирании вычисляется по формуле (3), для которой предварительно подсчитывают коэффициенты:

$\tau' = 0{,}726$ (по табл.2 при $\gamma = \frac{130}{370} = 0{,}35$);

$\bar{\psi} = 0{,}052$ (по табл.3 при $\gamma = 0{,}35$ и $\xi = 0{,}346$);

$$n = \frac{1{,}1.10^{10}}{2{,}7.10^{10}} = 0{,}407;$$

$r = 1{,}081$ (по табл.4 при $\xi = 0{,}346$);

$\Omega = 0{,}726\ (1+0{,}052.0{,}407)\ 1{,}081 = 0{,}804.$

Прогиб равен

$$y_g = 0{,}804\ \frac{4400.130^3}{1{,}1.10^{10}} = 0{,}71 \text{ см} < [y_g] = 0{,}8 \text{ см}.$$

Пример 2. Поддон (см.рис.25 в прил.4 настоящих Рекомендаций) предназначен для изготовления предварительно-напряженных панелей с немедленным распалубливанием. Масса поддона 2500 кг, масса панели 2600 кг.

---

* Здесь и далее звездочками обозначены формулы и табличные значения из "Руководства по расчету и проектированию стальных форм" (М., 1970).

I. Нагрузки

Сила натяжения арматуры

$$N = 58000 \text{ кг.}$$

Масса поддона на единицу длины

$$g = \frac{2500}{635} = 3{,}94 \text{ кг/см.}$$

Масса панели на единицу длины

$$p = \frac{2600}{610} = 4{,}26 \text{ кг/см.}$$

Суммарная вертикальная нагрузка на единицу длины

$$q = 3{,}94+4{,}26 = 8{,}2 \text{ кг/см.}$$

Суммарная вертикальная нагрузка

$$Q = 2500+2600 = 5100 \text{ кг.}$$

2. Геометрические характеристики сечения поддона

Площадь определяется по формуле (I)

$$F = 6.26{,}7+3.22.1.1{,}155+1.185 = 160{,}2+76{,}23+185 = 421{,}43 \text{ см}^2.$$

Статический момент инерции относительно оси x, проходящей через центр тяжести швеллеров, составляет

$$S_x = 185\ (11+0{,}5) = 1942{,}5 \text{ см}^3.$$

Расстояние центра тяжести сечения от оси x равно

$$e_x = \frac{1942{,}5}{421{,}43} = 4{,}61 \text{ см.}$$

Расстояние оси напряженной арматуры до центра тяжести сечения, когда ось расположена выше обшивки на 2,7 см, составляет

$$e = 11-4{,}61+2{,}7 = 9{,}09 \text{ см.}$$

Момент инерции на изгиб определяется по формуле (2)

$$J = 6.2110+160{,}2.4{,}61^2+3\,\frac{1.22^3}{12}.1{,}155+76{,}23.4{,}61^2+185\ (11{,}5-4{,}61)^2 = 27177 \text{ см}^4.$$

Момент инерции на кручение определяется по формуле (6)

$$J_к = 2{,}16.0{,}29.3.22.22^2 = 18671 \text{ см}^4.$$

3. Расчетные жесткости поддона

Расчетная жесткость на изгиб определяется по формуле (6.4)*

$$B = 2{,}1.10^6.2717\text{-}58000\ (\frac{635}{\pi})^2 = 5{,}47.10^{10}\ \text{кгс.см}^2.$$

Расчетная жесткость на кручение (см.п.4.1 настоящих Рекомендаций) составляет

$$C = 0{,}8.10^6.1867\text{I} = 1{,}494.10^{10}\ \text{кгс.см}^2.$$

4. Определение деформаций поддона при изгибе

Прогиб подсчитывается по формуле (6.1)* при

$$\xi = \frac{132{,}5}{370} = 0{,}358 \quad \text{и} \quad \varphi = 0{,}0067 \ \text{(по таблице прил.П*)}$$

$$y = \frac{0{,}125.58000.9{,}09.635^2+0{,}0067.8{,}2.370^4}{5{,}47.10^{10}} = 0{,}5\ \text{см} > [y] = 0{,}4\ \text{см}.$$

Учитывая нецелесообразность увеличения высоты поддона и его массы, необходимо изготавливать поддон с начальным выгибом 2 мм.

Сближение упоров по формуле (6.2)* при $\eta = 0{,}0024$ (по таблице прил.П*) равно

$$\Delta l = \left[58000\ \frac{5{,}47.10^{10}}{2{,}1.10^6.421{,}43} + 9{,}09\ (58000.9{,}09+0{,}0024.4{,}26.370^2)\right] \times$$

$$\times\ \frac{6{,}35}{5{,}47.10^{10}} = 0{,}0416\ \text{см},$$

что составляет $0{,}0001\,l < [\Delta l] = 0{,}0004\,l$.

5. Определение деформаций поддона при кручении

Прогиб свободного угла поддона при диагональном опирании вычисляется по формуле (3), для которой предварительно подсчитывают коэффициенты:

$\tau' = 0{,}5$ (по табл.2 при $\gamma = \frac{185}{370} = 0{,}5$);

$\bar{\psi} = 0{,}0395$ (по табл.3 при $\gamma = 0{,}5$ и $\xi = 0{,}358$);

$n = \frac{1{,}494.10^{10}}{5{,}47.10^{10}} = 0{,}273$;

$r = 1{,}075$ (по табл.4 при $\xi = 0{,}358$);

$\Omega = 0{,}5\ (1+0{,}0395.0{,}273).1.075 = 0{,}54.$

Прогиб равен

$$y_g = 0{,}54\,\frac{5.100.185^3}{1{,}494.10^{10}} = 1{,}17 \text{ см} > [y_g] = 0{,}8 \text{ см}.$$

Для уменьшения деформации поддона при кручении рекомендуется принять угол $\varphi = 55^0$, что увеличит жесткость конструкции на 24 %. Тогда $y_g = 1{,}17\ (1-0{,}24) = 0{,}89$ см.

Пример 3. Поддон (см.рис.26 в прил.4 настоящих Рекомендаций) предназначен для изготовления плоских плит с немедленным распалубливанием, масса поддона-2700 кг, масса плит 3000 кг.

1. Нагрузки

Масса поддона на единицу длины

$$g = \frac{2700}{656} = 4{,}12 \text{ кг/см}.$$

Масса плит на единицу длины

$$p = \frac{3000}{625} = 4{,}8 \text{ кг/см}.$$

Суммарная вертикальная нагрузка на единицу длины

$$q = 4{,}12+4{,}8 = 8{,}92 \text{ кг/см}.$$

Суммарная вертикальная нагрузка

$$Q = 2700+3000 = 5700 \text{ кг}.$$

2. Геометрические характеристики сечения поддона

Площадь определяется по формуле (1)

$$F = 4.30{,}6+4.24.1.1{,}414+1.240 = 122{,}4+135{,}74+240 = 498{,}14 \text{ см}^2.$$

Статический момент инерции относительно оси x, проходящей через центр тяжести швеллеров, составляет

$$S_x = 240\ (12+0{,}5) = 3000 \text{ см}^3.$$

Расстояние центра тяжести сечения от оси x равно

$$e_x = \frac{3000}{498{,}14} = 6{,}02 \text{ см}.$$

Момент инерции на изгиб определяется по формуле (2)

$$J = 4.2900+122{,}4.6{,}02^2+4\,\frac{1.24^3}{12}.1{,}414+135{,}74.6{,}02^2+240\ (12{,}5-6{,}02)^2 = 37549 \text{ см}^4.$$

Момент инерции на кручение определяется по формуле (6)

$$J_к = 3,54.0,33.4.24.24^2 = 64597 \text{ см}^4.$$

3. Расчетные жесткости поддона

Расчетная жесткость на изгиб определяется по формуле (6.4)*

$$B = 2,1.10^6.37549 = 7,89.10^{10} \text{ кгс}\cdot\text{см}^2.$$

Расчетная жесткость на кручение (см.п.4.1 настоящих Рекомендаций) составляет

$$C = 0,8.10^6.64597 = 5,17.10^{10} \text{ кгс.см}^2.$$

4. Определение прогиба поддона

Прогиб подсчитывается по формуле (6.1)* при

$\xi = \frac{145,5}{363} = 0,4$ и $\varphi = 0,003$ (по таблице прил.II*)

$$y = \frac{0,003.8,92.363^4}{7,89.10^{10}} = 0,006 \text{ см} < [y] = 0,4 \text{ см}.$$

5. Определение деформаций поддона при кручении

Прогиб свободного угла поддона при диагональном опирании вычисляется по формуле (3), для которой предварительно подсчитывают коэффициенты:

$\tau' = 0,381$ (по табл.2 при $\gamma = \frac{240}{363} = 0,66$);

$\bar{\psi} = 0,0128$ (по табл.3 при $\gamma = 0,66$ и $\xi = 0,4$);

$$n = \frac{5,17.10^{10}}{7,89.10^{10}} = 0,655;$$

$r = 1,083$ (по табл.4 при $\xi = 0,4$);

$\Omega = 0,381 (1+0,655.0,0128) 1,089 = 0,418.$

Прогиб равен

$$y_g = 0,418 \frac{5700.240^3}{5,17.10^{10}} = 0,64 \text{ см} < [y_g] = 0,8 \text{ см}.$$

Пример 4. Поддон (см.рис.27 в прил.4 настоящих Рекомендаций) относится к форме, предназначенной для изготовления плитных изделий. Масса формы 3800 кг, масса изделий 3200 кг.

1. Нагрузки

Масса формы на единицу длины

$$g = \frac{3800}{510} = 7,45 \text{ кг/см}.$$

Масса изделий на единицу длины

$$p = \frac{3200}{490} = 6{,}53 \text{ кг/см}.$$

Суммарная вертикальная нагрузка на единицу длины

$q = 7{,}45+6{,}53 = 13{,}98$ кг/см.

Суммарная вертикальная нагрузка

$Q = 3800+3200 = 7000$ кг.

2. Геометрические характеристики сечения поддона

Площадь определяется по формуле (I)

$F = 4.30{,}6+2.30{,}6.1{,}414+2.24.1.1{,}414+1.320 = 122{,}4+86{,}54+67{,}87+320 = 596{,}81$ см^2.

Статический момент инерции относительно оси x, проходящей через центр тяжести швеллеров, составляет

$$S_x = 320\ (12+0{,}5) = 4000 \text{ см}^3.$$

Расстояние центра тяжести сечения от оси x равно

$$e_x = \frac{4000}{596{,}81} = 6{,}7 \text{ см}.$$

Момент инерции на изгиб определяется по формуле (2)

$$J = 4.2900+122{,}4.6{,}7^2+2.2900.1{,}414+86{,}54.6{,}7^2+2\,\frac{1.24^3}{12}.1{,}414 + 67{,}87.6{,}7^2+300\ (12{,}5-6{,}7)^2 = 47879 \text{ см}^4.$$

Момент инерции на кручение определяется по формуле (6)

$J_к = 3{,}54\ (0{,}35.2.30{,}6+0{,}33.2.2.24)\ 24^2 = 75975$ см^4.

3. Расчетные жесткости поддона

Расчетная жесткость на изгиб определяется по формуле (6.4)*

$$B = 2{,}1.10^6.47879 = 10{,}05.10^{10} \text{ кгс.см}^2.$$

Расчетная жесткость на кручение (см.п.4.1 настоящих Рекоменда - ций)

$$C = 0{,}8.10^6.75975 = 6{,}08.10^{10} \text{ кгс.см}^2.$$

4. Определение прогиба поддона

Прогиб подсчитывается по формуле (6.1)* при

$\xi = \frac{104}{300} = 0{,}35$ и $\varphi = 0{,}0074$ (по таблице прил.П*)

$$y = \frac{0{,}0074 \cdot 13 \cdot 98 \cdot 300^4}{10{,}05 \cdot 10^{10}} = 0{,}008 \text{ см} < [y] = 0{,}3 \text{ см}.$$

5. Определение деформаций поддона при кручении

Прогиб свободного угла поддона при диагональном опирании вычисляется по формуле (3), для которой предварительно подсчитывают коэффициенты:

$\tau' = 0{,}2344$ (по табл.2 при $\chi = \frac{300}{320} = 0{,}9375$);

$\bar{\psi} = 0{,}0416$ (по табл.3 при $\chi = 0{,}9375$ и $\} = 0{,}35$);

$n = \frac{6{,}08 \cdot 10^{10}}{10{,}05 \cdot 10^{10}} = 0{,}605$;

$r = 1{,}0725$ (по табл.4 при $\} = 0{,}35$);

$\Omega = 0{,}2344\ (1+0{,}605 \cdot 0{,}0416)\ 1{,}0725 = 0{,}258$.

Прогиб равен

$$y_g = 0{,}258 \frac{7000 \cdot 320^3}{6{,}08 \cdot 10^{10}} = 0{,}98 \text{ см} < [y_g] = 1{,}0 \text{ см}.$$

Пример 5. Поддон (см.рис.28 в прил.4 настоящих Рекомендаций) относится к форме, предназначенной для изготовления ребристых панелей. Масса формы 4100 кг, масса панели 3400 кг.

1. Нагрузки

Масса формы на единицу длины

$$g = \frac{4100}{595} = 6{,}72 \text{ кг/см}.$$

Масса панели на единицу длины

$$p = \frac{3400}{580} = 5{,}98 \text{ кг/см}.$$

Суммарная вертикальная нагрузка на единицу длины

$q = 6{,}72+5{,}68 = 12{,}4$ кг/см.

Суммарная вертикальная нагрузка

$Q = 4100+3400 = 7500$ кг.

2. Геометрические характеристики сечения поддона

Площадь определяется по формуле (1)

$F = 0{,}6\ (259{,}2+2.29{,}7+8)\ 0{,}6+3.9{,}1+4.40{,}5+4.13{,}3+4.8{,}15.1{,}414 =$
$= 155{,}52+35{,}64+9{,}6+27+162+53{,}2+46{,}1 = 489{,}05 \text{ см}^2$.

Статический момент инерции относительно оси x, проходящей через центр тяжести швеллеров № 30, составляет

$$S_x = 155{,}52\ (39{,}6-15-0{,}3)+35{,}64\ (39{,}6-15-13{,}8)-9{,}6\ (15-12-0{,}3)+$$
$$+27\ (39{,}6-15-5{,}1)-26{,}6\ (15-12+1{,}54)-26{,}6\ (15-1{,}6+1{,}54)-$$
$$-34{,}57\ (15-1{,}6+1{,}94) = 3439{,}29\ \text{см}^3.$$

Расстояние центра тяжести сечения от оси x равно

$$e_x = \frac{3439{,}29}{489{,}05} = 7{,}03\ \text{см}.$$

Момент инерции на изгиб определяется по формуле (2)

$$J = \frac{259{,}2.0{,}6^3}{12} + 155{,}52\ (24{,}3-7{,}03)^2 + 2\,\frac{0{,}6.27{,}6^3}{12}$$
$$+35{,}64\ (10{,}8-7{,}03)^2+2\,\frac{8{,}0{,}6^3}{12}+9{,}6\ (2{,}7+7{,}03)^2+3\,\frac{1{,}9^3}{12}+27\ (19{,}5-$$
$$-7{,}03)^2+4.5810+162.7{,}03^2+4.31{,}2+26{,}6\ (4{,}54+7{,}03)^2+26{,}6\ (14{,}94+$$
$$+7{,}03)^2+4.37{,}6.1{,}414+46{,}1\ (15{,}34+7{,}03)^2 = 125341\ \text{см}^4.$$

Момент инерции на кручение поддона сложного очертания определяется по формуле (7), для которой предварительно вычисляют приведенную толщину нижней обшивки (см.п.6.8)

$$\delta_н = 3{,}54.0{,}5.4.8{,}15\,\frac{1}{276} = 0{,}209\ \text{см}$$

и параметры (рис.30)

$$\delta_c = \frac{0{,}6\ (259{,}2+2.29{,}7)+2{,}1{,}1{,}8+2.0{,}8{,}12+2.0{,}5{,}11{,}6+0{,}209.276}{259{,}2+2.29{,}7+2.8+2.12+\ 2.11{,}6\ +\ 276} =$$
$$= 0{,}452\ \text{см}.$$

$$S' = \frac{0{,}452}{0{,}6}\ (259{,}2+2.29{,}7)+\frac{0{,}452}{1{,}1}\ 2.8+\frac{0{,}452}{0{,}8}\ 2.12+\frac{0{,}452}{0{,}5}\ 2.11{,}6\ +$$
$$+\ \frac{0{,}452}{0{,}209}\ 276 = 878{,}02\ \text{см};$$

$$\omega = 259{,}2.39{,}3+2\,\frac{1}{2}\ 12.27{,}3+2.12.20 = 10994{,}16\ \text{см}^2.$$

$$J_к = \frac{4.10994{,}16^2.0{,}452}{878{,}02} = 248896\ \text{см}^4.$$

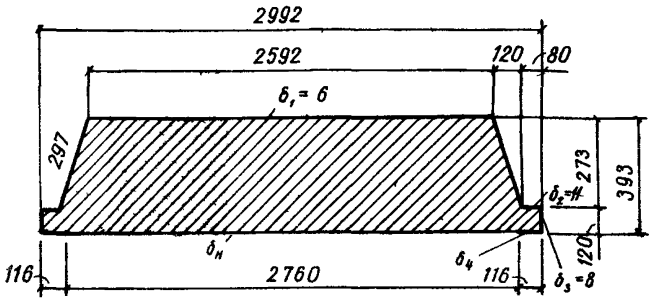


Рис.30. Площадь поперечного сечения поддона сложного сечения, ограниченная средней линией (к примеру 5)

3. Расчетные жесткости поддона

Расчетная жесткость на изгиб определяется по формуле (6.4)*

$$B = 2{,}1.10^{6}.12534 = 26{,}32.10^{10} \text{ кгс.см}^2.$$

Расчетная жесткость на кручение (см.п.4.1 настоящих Рекоменда - ций) составляет

$$C = 0{,}8.10^{6}.248896 = 19{,}91.10^{10} \text{ кгс.см}^2.$$

4. Определение прогиба поддона

Прогиб подсчитывается по формуле (6.1)* при

$$\xi = \frac{111{,}5}{372} = 0{,}3 \text{ и } \psi = 0{,}0121 \text{ (по таблице прил.П*)}$$

$$y = \frac{0{,}0121.12.78.372^4}{26{,}32.10^{10}} = 0{,}01 \text{ см} < [y] = 0{,}4 \text{ см}.$$

5. Определение деформаций поддона при кручении

Прогиб свободного угла поддона при диагональном опирании вычисляется по формуле (3), для которой предварительно подсчитывают коэффициенты:

$\tau' = 0{,}31$ (по табл.2 по $\gamma = \frac{300}{372} = 0{,}806$);

$\bar{\psi} = 0{,}0436$ (по табл.3 по $\gamma = 0{,}806$ и $\xi = 0{,}3$);

$$n = \frac{19{,}91.10^{10}}{26{,}32.10^{10}} = 0{,}756;$$

r = 1,056 (по табл.4 при λ = 0,3);

Ω = 0,31 (1+0,0436.0,756).1,056 = 0,338.

Прогиб равен

$$y_g = 0{,}338\,\frac{7500.300^3}{19{,}91.10^{10}} = 0{,}343 \text{ см} < [y_g] = 0{,}8 \text{ см}.$$

Пример 6. Поддон (см.рис.29 в прил.4 настоящих Рекомендаций) предназначен для изготовления панелей с предварительно-напряженной арматурой. Масса поддона 3000 кг, масса панели 2500 кг.

1. Нагрузки

Сила натяжения арматуры

$$N = 72000 \text{ кг}.$$

Масса панели на единицу длины

$$g = \frac{3000}{660} = 4{,}55 \text{ кг/см}.$$

Масса панели на единицу длины

$$p = \frac{2500}{640} = 3{,}91 \text{ кг/см}.$$

Суммарная вертикальная нагрузка на единицу длины

$$q = 4{,}55+3{,}91 = 8{,}46 \text{ кг/см}.$$

Суммарная вертикальная нагрузка

$$Q = 3000+2500 = 5500 \text{ кг}.$$

2. Геометрические характеристики сечения поддона

Площадь определяется по формуле (1)

$$F = 4.35{,}1+2.23.1{,}6+2.23.0{,}8+1.180+4.12.0{,}8.1{,}414 =$$

$$= 140+73{,}6+36{,}8+180+54{,}3 = 484{,}7 \text{ см}^2.$$

Статический момент инерции относительно оси x, проходящей через центр тяжести наружных балок, составляет

$$S_x = 73{,}6\,(17{,}5-0{,}8)-36{,}8\,(17{,}5-0{,}4)-180\,(17{,}5-12{,}5)-54{,}3\,(17{,}5-6)=$$

$$= -924{,}61 \text{ см}^3.$$

Расстояние центра тяжести сечения от оси x равно

$$e_x = \frac{-924,61}{484,7} = -1,91 \text{ см}.$$

Расстояние оси напряженной арматуры до центра тяжести сечения, когда ось расположена выше обшивки на 2,7 см, составляет

$$e = 4,5-1,91-2,7 = -0,11 \text{ см}.$$

Момент инерции на изгиб определяется по формуле (2)

$$J = 4\frac{1,35^3}{12}+140\,(-1,91)^2+2\frac{23,1,6^3}{12}+73,6\,(16,7+1,91)^2+2\frac{23,0,8^3}{12}+$$

$$+ 36,8\,(17,1-1,91)^2+\frac{180,1^3}{12}+180\,(5-1,91)^2+4\frac{0,8,12^3}{12}\,1,414+$$

$$+ 54,3\,(11,5-1,91)^2 = 56180 \text{ см}^4.$$

Момент инерции на кручение поддона сложного очертания определяется по формуле (7), для которой предварительно вычисляют приведенную толщину нижней обшивки по формуле (8)

$$\delta_н = 3,54.0,32.4.9,6.\frac{1}{180} = \quad ,241 \text{ см}$$

и параметры (рис.31)

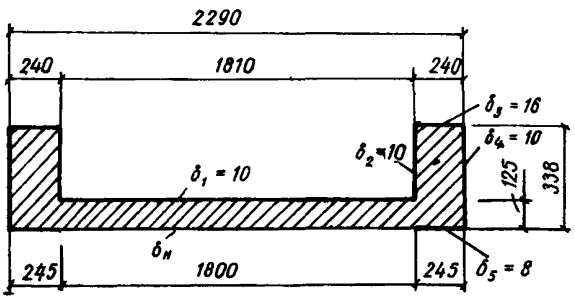


Рис.31. Площадь поперечного сечения поддона с высокими наружными балками, ограниченная средней линией (к примеру 6)

$$\delta_c = \frac{1\,[181+2\,(21,3+33,8)]+2,1,6.24+2.0,8.24,5+0,241.180}{181+2\,(21,3+24+33,8+24,5)+180} = 0,79 \text{ см};$$

$$S' = \frac{0,79}{I}\left[I8I+2\ (2I,3+33,8)\right]+\frac{0,79}{I,6}\ 2.24+\frac{0,79}{0,8}\ 2.24,5+\frac{0,79}{0,24I}\ I80 =$$

$$= 892,I8 \text{ см};$$

$$\omega = I2,5.I80+2.33,8.24 = 3872,4 \text{ см}^2.$$

$$J_к = \frac{4.3872,4^2.0,79}{892,I8} = 53II2 \text{ см}^4.$$

3. Расчетные жесткости поддона

Расчетная жесткость на изгиб определяется по формуле (6.4)*

$$B = 2,I.I0^6.56I80 = II,8.I0^{I0} \text{ кгс.см}^2.$$

Расчетная жесткость на кручение (см.п.4.I настоящих Рекоменда - ций) составляет

$$C = 0,8.I0^6.53II2 = 4,25.I0^{I0} \text{ кгс.см}^2.$$

4. Определение деформаций поддона при изгибе

Прогиб подсчитывается по формуле (6.I)* при

$$\xi = \frac{I32}{396} = 0,33 \text{ и } \varphi = 0,0093 \text{ (по таблице прил.П*)}$$

$$y = \frac{0,I25,72000\ (-0,II).660^2+0,0093.8,46.396^4}{II,8.I0^{I0}} = 0,0I4 \text{ см} < [y] =$$

$$= 0,4 \text{ см}.$$

Сближение упоров по формуле (6.2)* при $\eta = 0,0I02$ (по таблице прил.П*) равно

$$\Delta l = \left\{72000\frac{II,8.I0^{I0}}{2,I.I0^6.484,7}+(-0,II).\left[72000.(-0,II)+0,0I02.3,9I.396^2\right]\right\} x$$

$$x \frac{660}{II,8.I0^{I0}} = 0,0467 \text{ см},$$

что составляет $0,000I\ l < [\Delta l] = 0,0004\ l$.

5. Определение деформаций поддона при кручении

Пригиб свободного угла поддона при диагональном опирании опре - деляется по формуле (3), для которой предварительно вычисляются ко-эффициенты:

$\tau' = 0,423$ (по табл.2 при $\gamma = \frac{230}{396} = 0,58I$);

$\bar{\varphi}$ = 0,049 (по табл.3 при γ = 0,581 и ζ = 0,33);

$n = \frac{4,25.10^{10}}{11,8.10^{10}} = 0,36$;

r = 1,066 (по табл.4 при ζ = 0,33);

Ω = 0,433 (1+0,049.0,36).1,066 = 0,46.

Прогиб равен

$$y_g = 0,46 \frac{5500.230^3}{4\backslash,25.10^{10}} = 0,72 \text{ см} < [y_g] = 0,8 \text{ см}.$$

СОДЕРЖАНИЕ

		Стр.
	Предисловие	3
I.	Общие положения	4
2.	Основные расчетные требования	5
3.	Расчет поддона с раскосной решеткой на изгиб	6
4.	Расчет поддона с раскосной решеткой на кручение	8
5.	Момент инерции на кручение плоского поддона	II
6.	Момент инерции на кручение поддона сложного очертания	I3
7.	Общие принципы конструирования раскосной решетки	I5
8.	Классификация схем раскосной решетки	I7
9.	Выбор схемы раскосной решетки	20
I0.	Конструктивные решения узлов раскосной решетки	22
II.	Специфика конструирования раскосной решетки в поддонах сложного очертания	26
	Приложения:	
	I. Раскосы из полосовой стали ($h \leq 200$ мм)	29
	2. Раскосы из полосовой стали ($h > 200$ мм)	30
	3. Уголки стальные гнутые неравнополочные. Сортамент	3I
	4. Примеры конструктивного решения поддонов с раскосной решеткой	32
	5. Примеры расчета	38

Рекомендации по расчету и конструированию поддонов с раскосной решеткой

Отдел научно-технической информации НИИЖБ
I09389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6

Редактор Н.А.Романова

Л- 99655 Подписано в печать 20/XII-82 г. Заказ № 1356
Формат 60x84/I6 Печ.л.3 Т-I000 экз. Цена 45 коп.

Типография ПЭМ ВНИИИС Госстроя СССР
I2I47I, Москва, Можайское шоссе, д.8I

gost.e-ecolog.ru