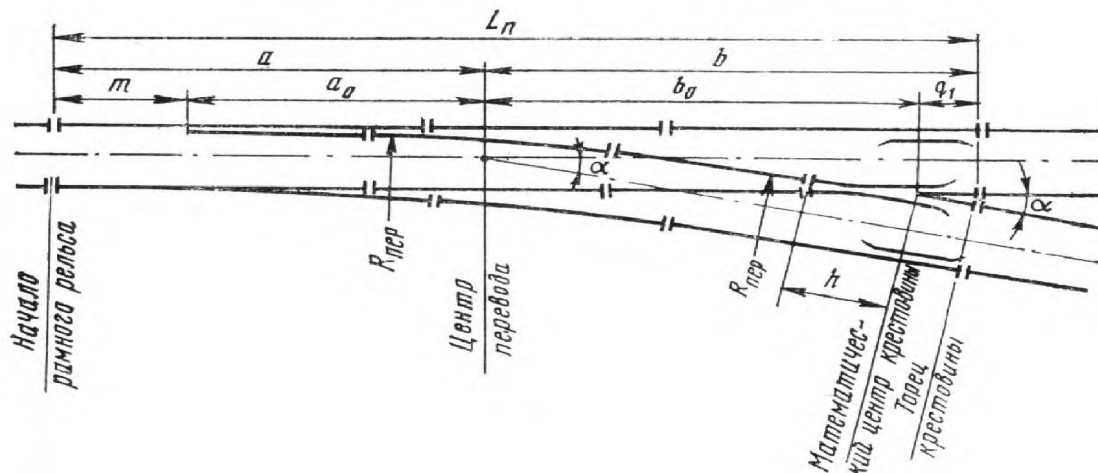


Задача 1.1. Определить полную длину обыкновенных одиночных стрелочных переводов марок 1/22, 1/18, 1/11 и 1/9 (рисунок 1.1, выбирает студент самостоятельно) и симметричного марки 1/6 (рисунок 1.2, либо для ПОП, либо для горочных путей) на приемо-отправочных путях. Тип рельсов Р65 или Р50.



α — угол крестовины; $R_{пер}$ — радиус переводной кривой (по наружной нити); m — расстояние от оси передних стыков рамных рельсов до начала острьяков; a_0 — расстояние от начала острьяков до центра перевода; a — расстояние от оси передних стыков рамных рельсов до центра перевода; b_0 — расстояние от центра перевода до математического центра крестовины; b — расстояние от центра переводов до торца крестовины; q_1 — расстояние от центра крестовины до ее заднего стыка; h — прямая вставка перед крестовиной.

Рисунок 1.1 - Схема обыкновенного стрелочного перевода

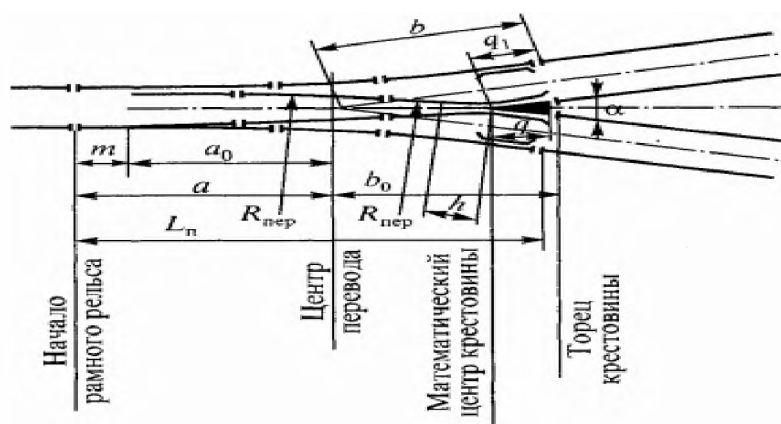


Рисунок 1.2 –Схема симметричного стрелочного перевода

Полная длина стрелочных переводов

- обыкновенного: $L_n = m + a_0 + b$;

- симметричного: $L_n = m + a_0 + b_0 + q_1 \cos \frac{\alpha}{2}$.

Таблица 1.1 – Основные размеры обыкновенных стрелочных переводов

Тип рельсов	Марка крестовины	Угол крестовины	Радиус переводной кривой (по наружной нити), м	Расстояния, м						Прямая вставка перед крестовиной	Полная длина стрелочного перевода
				от оси передних стыков рамных рельсов до начала острьяков	от начала острьяков до ЦП	от оси передних стыков рамных рельсов до ЦП	от ЦП до математического центра крестовины	от математического центра крестовины до ее заднего стыка	от ЦП до торца крестовины		
-	$tg \alpha$	α	R	m	a_0	a	b_0	q_1	b	h	L_n
P65	1/22	2°35'50"	1444,560	5,034	26,920	31,954	33,526	5,060	38,586	1,080	70,540
P65	1/18	3°10'12.5"	961,690	3,836	21,793	25,629	27,465	4,425	31,890	1,113	57,519
P65	1/11	5°11'40"	300,000	2,769	11,294	14,063	16,754	2,550	19,304	3,285	33,367
P65	1/9	6°20'25"	200,000	2,769	12,458	15,227	13,722	2,090	15,812	1,757	31,039
P50	1/18	3°10'12.5"	961,690	3,836	21,793	25,629	27,465	4,435	31,890	1,113	57,519
P50	1/11	5°11'40"	297,259	4,327	10,148	14,475	16,754	2,300	19,054	3,537	33,529
P50	1/9	6°20'25"	200,000	4,327	11,132	15,459	13,722	1,880	15,602	2,018	31,061

Таблица 1.2 – Основные размеры симметричных стрелочных переводов

Тип рельсов	Марка крестовины	Угол крестовины	Радиус переводной кривой (по наружной нити), м	Расстояния, м						
				от оси передних стыков рамных рельсов до начала острьяков	от начала острьяков до ЦП	от оси передних стыков рамных рельсов до ЦП	от математического центра крестовины до ее заднего стыка	от ЦП до торца крестовины	Прямая вставка перед крестовиной	Полная длина стрелочного перевода
-	$tg \alpha$	α	R_n	m	a_0	a	q_1	b	h	L_n
P65	1/11	5°11'40"	600	2,769	9,808	12,577	2,550	19,304	3,529	31,896
P65	1/9	6°20'25"	600 310	2,769	11,467	14,236	2,090	15,812	2,5536	30,066
P65	1/6	9°27'45"	200	0,737	6,212	6,949	1,380	10,563	1,150	17,538
P50	1/11	5°11'40"	540	4,327	9,808	14,135	2,300	19,053	4,496	33,205
P50	1/9	6°20'25"	422	4,327	11,467	15,791	1,880	15,599	1,419	31,414
P50	1/6 ¹	9°27'45"	200	2,179	7,770	9,949	1,380	10,563	0,847	20,538
P50	1/6 ²	9°27'45"	200	0,741	6,212	6,953	1,380	10,563	1,150	17,542

¹ Для прямо-отправочных путей (ПОП).

² Для горочных путей.

Задача 1.2. Определить расстояние между центрами смежных стрелочных переводов марки 1/11, 1/9 на главных и прямо-отправочных путях в различных вариантах укладки (рисунок 1.3). Тип рельсов Р65 или Р50.

В зависимости от назначения путей и скорости движения поездов по ним длина вставки f в схемах I, II, III равна соответственно 25,00; 12,50; 6,25 м.

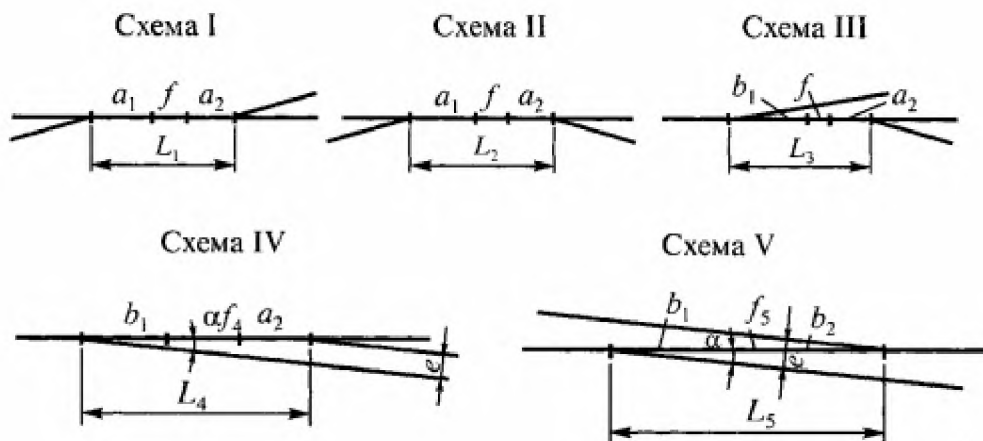


Рисунок 1.3 - Схемы взаимного расположения стрелочных переводов

При ответвлении двух параллельных путей в одну (схема IV) и в разные (схема V) стороны расстояние между центрами переводов зависит от ширины междупутья:

$$L_{IV,V} = \frac{e}{\sin \alpha}. \text{ Ширина междупутья принимается студентом 7,5 м, или 6,5 м, или 5,3 м.}$$

2 Расчет соединений станционных путей

Задача 2.1. Рассчитать одиночное конечное соединение прямо-отправочных путей в нормальных условиях с искривлением одного пути (рисунок 2.1). Расстояние между осями путей $e = 5,30$ м, марка стрелочного перевода 1/9 или 1/11, радиус сопрягающей кривой $R = 200$ м. Тип рельсов Р65.

Координаты вершины угла поворота: $x = e/\operatorname{tg} \alpha$; $y = e$;

Расстояние T от начала или конца кривой до вершины угла поворота (тангенс кривой): $T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$. Длина кривого участка пути: $K = \frac{\pi R \alpha^0}{180}$.

Длина вставки между концом стрелочного перевода и началом кривой: $f = e/\sin \alpha - (b + T)$ должна быть не менее длины прямого участка для разгонки уширения колеи в кривой P и прямой вставки за торцом крестовины K_0 (P зависит от назначения пути, радиуса кривой и ширины колеи в прямых и кривых участках, K_0 – от марки крестовины и типа рельсов).

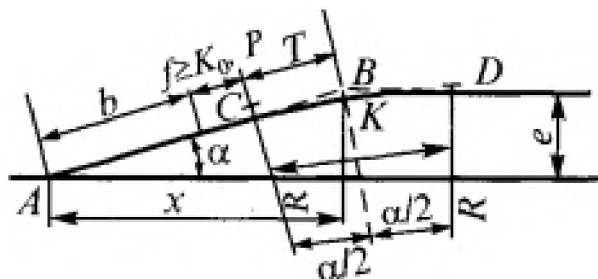


Рисунок 2.1 - Схема одиночного соединения двух путей с искривлением одного из них

Задача 2.2. Рассчитать одиночное сокращенное соединение путей перроного парка, между которыми сооружена высокая платформа (рисунок 2.2). Расстояние между осями путей $e = 10$ м, угол крестовины $\alpha = 6^\circ 20' 25''$, расстояние до начала кривой $l = 24$ м,

радиус сопрягающих кривых $R = 200$ м. Прямая вставка между обратными кривыми $d_0 = 15$ м.

В расчет элементов соединения вводим вспомогательный угол ψ . Из треугольника OO_1E (см. рисунок 2.2) $\operatorname{tg} \psi = d_0/2R$.

Полная длина соединения: $L = AB + BC$, где $AB = x_0$ и $BC = DO_1 = (y_0 + R - e) \operatorname{tg} \gamma$ (из треугольника ODO_1). Координаты: $x_0 = l \cos \alpha - R \sin \alpha$; $y_0 = l \sin \alpha + R \cos \alpha$.

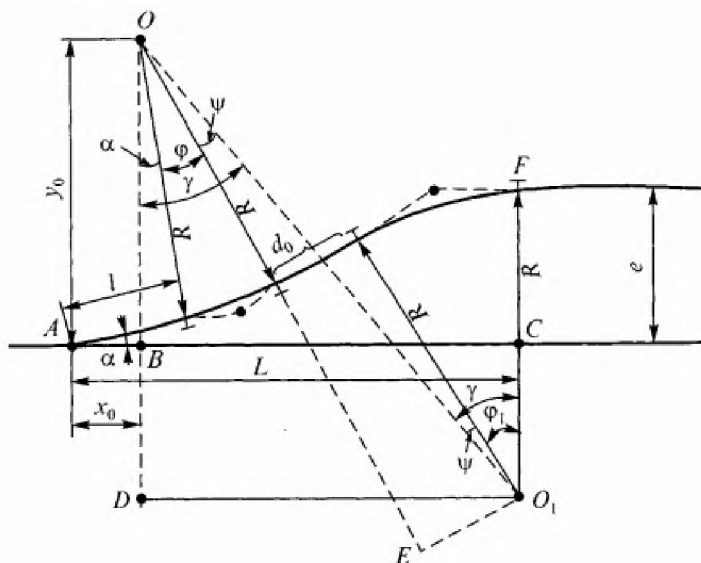


Рисунок 2.2 - Схема одиночного сокращенного соединения путей

$$\text{Из треугольника } ODO_1: \cos \gamma = \frac{OD}{OO_1} = \frac{y_0 + R - e}{d_0 \cos \psi}.$$

Тогда $L = x_0 + (y_0 + R - e) \operatorname{tg} \gamma$.

Углы поворота: $\phi_1 = \gamma - \psi$; $\phi = \gamma - \psi - \alpha$.

Задача 2.3. Рассчитать раздвижку путей с параллельным смещением одного из них при переходе от междупутья 5,30 м к междупутью 7,50 м (рисунок 2.3) для размещения пассажирской платформы. Радиус сопрягающей кривой $R = 3000$ м. Прямая вставка между концами круговых кривых $d_0 = 75$ м. Переходные кривые не устраиваются.

Проецируя на вертикальную ось контур AO_2O_1B , получим $O_1O_2 \cos(\alpha + \beta) = 2R - u$.

Но $O_1O_2 = 2R/\cos \phi$; $\operatorname{tg} \phi = d_0/2R$, откуда

$$(2R/\cos \phi) \cos(\beta + \phi) = 2R - u, \text{ т.е. } \cos(\beta + \phi) = [(2R - u)/2R] \cos \phi; \cos(\beta + \phi) = (1 - \frac{u}{2R}) \cos \phi.$$

Определим угол β . Находим $T = R \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}$ и $K = \frac{\pi R \beta^0}{180}$.

$$L = 2T + (2T + d_0) \cos \beta; L = 2R \sin \beta + d_0 \cos \beta.$$

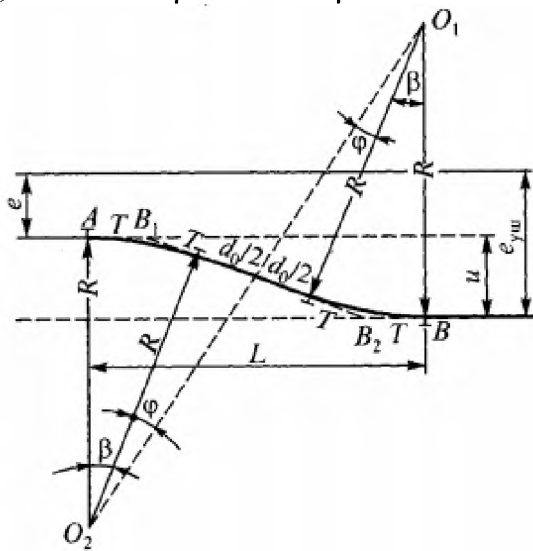


Рисунок 2.3 –Схема раздвижки путей с параллельным смещением одного из них при изменении величины междупутья

Задача 2.4. Рассчитать простейшую стрелочную улицу под углом крестовины (рисунок 2.4) на путях отстоя пассажирских вагонов. Стрелочные переводы марки 1/9 ($a = 15,42$ м; $b = 15,64$ м), радиус сопрягающей кривой $R = 200$ м, расстояние между осями путей $e = 5,30$ м.

Для разбивки стрелочной улицы на местности необходимо определить элементы l , l_1 , T , координаты центров переводов и вершины угла поворота (точки B) и проверить, хватит ли расчетной вставки f для разгонки уширения колеи ($f \leq p$) при $p = 8$ м:

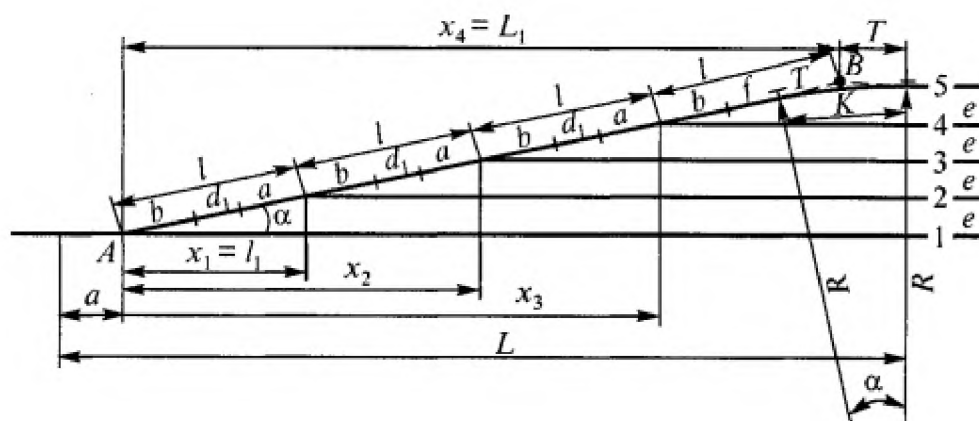


Рисунок 2.4 –Схема простейшей стрелочной улицы под углом крестовины

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}; \quad K = \frac{\pi R \alpha^0}{180}; \quad f = e / \sin \alpha - (b + T).$$

Длина соединительной прямой от хвоста крестовины до стыка рамного рельса следующего перевода : $d_1 = e / \sin \alpha - L_n$.

Расстояние между центрами стрелочных переводов: $l = e / \sin \alpha$, а проекция этого расстояния: $l_1 = e / \operatorname{tg} \alpha = eN$.

Длина стрелочной улицы (проекция на горизонтальную ось) от центра первого перевода до вершины угла поворота крайнего пути составляет: $L_1 = \sum e / \operatorname{tg} \alpha = \sum eN$.

Полная длина (проекция): $L = a + L_1 + T$.

Приняв центр первого перевода за начало координат и проектируя на горизонтальную и вертикальную оси известные расстояния с учетом угла наклона, находим координаты центров переводов и вершин угла поворота:

$$\begin{aligned} x_1 &= l_1 = e / \operatorname{tg} \alpha = eN; & y_1 &= e; \\ x_2 &= x_1 + eN = 2eN; & y_2 &= 2e; \\ x_3 &= x_2 + eN = 3eN; & y_3 &= 3e; \\ x_4 &= x_3 + eN = L_1; & y_4 &= 4e. \end{aligned}$$

3 Расчет грузовых устройств

Задача 3.1. Определить площадь, длину и ширину площадки для переработки контейнеров двухконсольным козловым и мостовым кранами.

Площадь контейнерной площадки F_k зависит от её вместимости E_k и площади F_k^o , занимаемой одним контейнером, с учетом проходов и проездов $k_{пр}$: $F_k = E_{ск} F_k^o k_{пр}$.

Общая вместимость контейнерной площадки, контейнеромест:

$$E_{ск} = E_k^M + E_k^{тр} + E_k^c,$$

где $E_k^M, E_k^{тр}, E_k^c$ – вместимость площадок для переработки в среднем в сутки контейнеров, соответственно, местных, транзитных и для накопления (при сортировке) по назначениями плана формирования.

Для каждой категории перерабатываемых контейнеров (местных k_m , транзитных $k_{тр}$, сортируемых k_c) $E_k^M = 4,2 k_m$ – при среднесуточной погрузке до 10 вагонов и $E_k^M = 3,15 k_m$ – свыше 10 вагонов;

$$E_k^{тр} = 1,5 \omega_k k_{тр}; \quad E_k^c = 1,56 T_n k_c,$$

где ω_k – доля транзитных контейнеров, устанавливаемых на площадку под накопление (0,3–0,4);

T_n – расчетный срок хранения контейнеров под накоплением, $T_n = 1$ сут;

$\left. \begin{matrix} 4,2; & 3,15; \\ 1,5; & 1,56 \end{matrix} \right\}$ – коэффициенты, учитывающие сгущенную подачу вагонов под выгрузку-погрузку, уменьшение потребной вместимости площадки при передаче груза непосредственно на автотранспорт, вместимость склада для неисправных контейнеров, сроки хранения.

Ширина площади зависит от принятого способа механизации:

- двухконсольный козловой кран грузоподъемностью 5 т с пролетом $L_{пр}^k = 16$ м (рисунок 3.1, а) $b_k^k = 16 - 2 \cdot 1,325 = 13,35$ м;

- мостовой кран (рисунок 3.2, б) грузоподъемностью 10 т с пролетом $L_{пр}^M = 22,5$ м;
 $b_k^M = 22,5 - 2 \cdot 2,45 - 1,325 - \frac{0,91}{2} = 15,865$ м.

Длина контейнерной площадки: $L_k^k = \frac{F_k}{b_k^k}$.

Общая ширина площадки с учетом автомобильной дороги и железнодорожных путей составит:

- двухконсольный козловой кран: $B_k^k = 16 + 7,7 + 2 \cdot 2,45 = 28,6$ м (рисунок 3.1, а);

- мостовой кран: $B_k^M = 22,5 + 7,7 + 0,75 = 30,95$ м (рисунок 3.1, б).

Задача 3.2. Определить площадь склада для переработки и хранения круглого леса и пиломатериалов, а также длину и ширину площадки при переработке лесных грузов двухконсольным козловым краном.

Полезная площадь склада:

$$F_l = F_{шт} n_{шт} k_{пр},$$

где $F_{шт}$ – площадь, занимаемая одним штабелем; $F_{шт} = b_{шт} l_{шт}$;

$n_{шт}$ – число штабелей;

$l_{шт}$ – длина одного штабеля;

$b_{шт}$ – ширина одного штабеля.

Ширина штабеля при принятом способе укладки (рисунок 3.2) обычно равна длине бревна (доски), а длина для круглого леса – до 400 м, пиломатериалов – удвоенной длине доски.

Число штабелей: $n_{шт} = \frac{Q_r(1-\beta)t_{хр}}{365 E_{шт}}$.

Вместимость штабеля в зависимости от его объема $V_{шт}$, плотности груза γ и коэффициента плотности укладки ϕ : $E_{шт} = V_{шт}\gamma\phi$.

Объем штабеля круглого леса: $V_{шт}^л = l_{шт}l_{бр}H$;

Пиломатериалов: $V_{шт}^п = l_d 2l_d(H - h)$,

где $l_{шт}$ – длина штабеля пиломатериалов, $l_{шт} = 2l_d$, м;

$l_d, l_{бр}$ – длина доски и бревна;

H – высота штабеля;

h – высота подштабельного основания.

При оборудовании площадки козловым краном с пролетом $L_{кр} = 16$ м ее полезная ширина: $B_{пл} = 16 - 2 \cdot 1,325 = 13,35$ м, а длина: $L_{пл} = \frac{F_{пл}}{B_{пл}}$.

Задача 3.3. Определить площадь склада для выгрузки и хранения угля, оборудованного повышенным путем в сочетании с козловым двухконсольным краном (пролет 32 м). Полезная площадь склада, его ширина и длина зависят от средств механизации выгрузки угля и принятого способа его хранения (рисунок 3.3). Годовой грузооборот 1182600 т, длина штабеля у нижнего основания 50 м, высота штабеля 5 м.

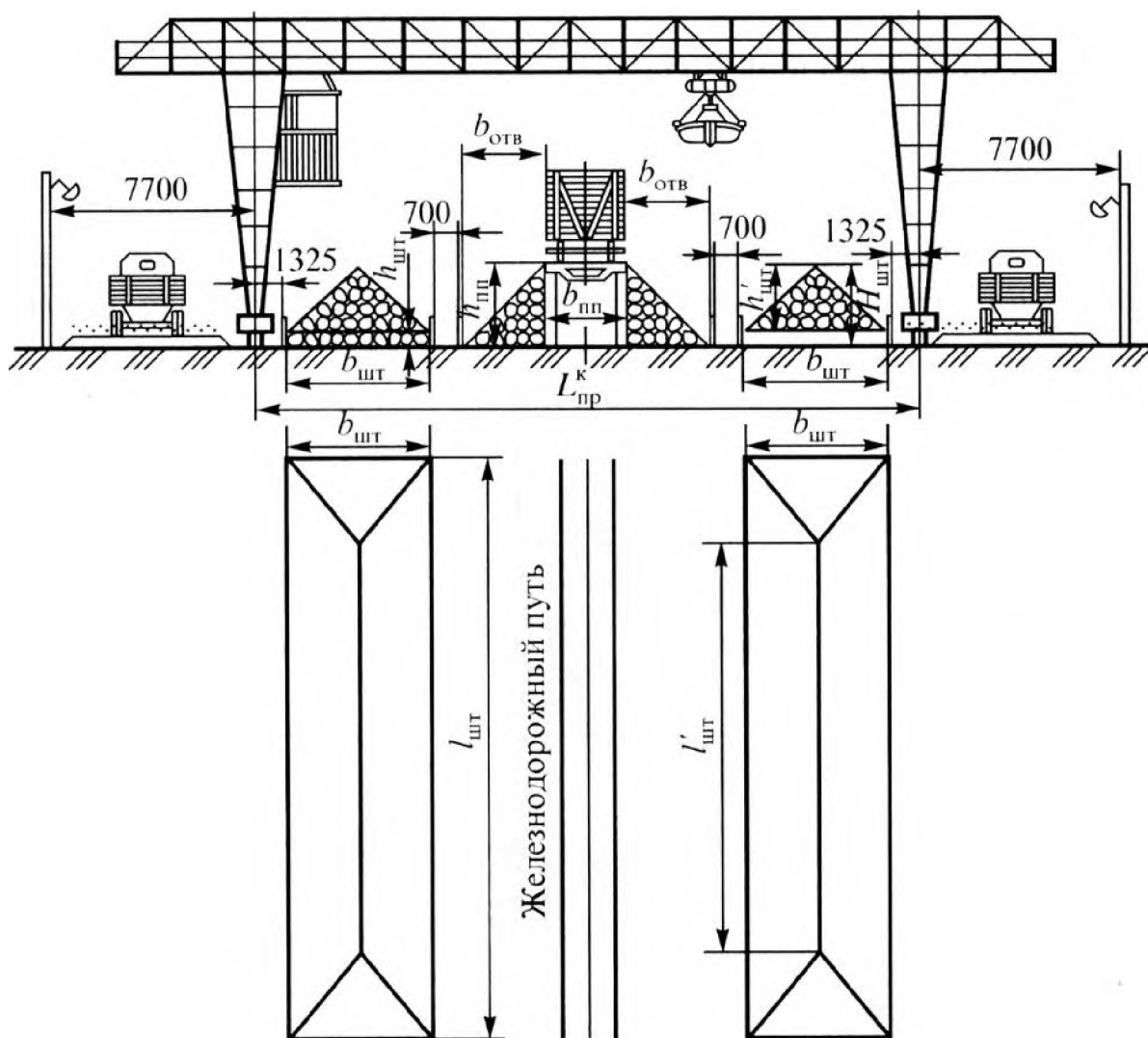


Рисунок 3.3 - Схема механизации переработки угля

Объем штабеля при кагатном хранении, m^3 :

$$V_{шт} = \left[\frac{1}{6} b_{шт} h'_{шт} (2l_{шт} + l'_{шт}) \right] + l_{шт} b_{шт} h_{шт},$$

где $l_{шт}, b_{шт}, h_{шт}$ – геометрические размеры (длина, ширина, высота) штабеля у основания;

$l'_{шт}, h'_{шт}$ – геометрические размеры (длина, высота) верхней части штабеля.

Ширина штабеля у основания $b_{шт}$ зависит от средств механизации. При ширине повышенного пути $b_{пп} = 2,6$ м, ширине отвала $b_{отв} = 3$ м и пролете крана $L_{пр}^к = 32$ м.

$$b_{шт} = \frac{[L_{пр}^к - (2 \cdot 1,325 + 2b_{отв} + b_{пп} + 2 \cdot 0,7)]}{2}.$$

Высота верхней $h'_{шт}$ и нижней $h_{шт}$ частей штабеля и длина поверху $l'_{шт} : h'_{шт} = \frac{b_{шт}}{2tg\rho}$;

$h_{шт} = H_{шт} - h'_{шт}$; $l'_{шт} = l_{шт} - 2h'_{шт}$.

При плотности угля $\gamma = 0,85$ т/м³ вместимость штабеля составит: $E_{шт} = V_{шт} \gamma$.

Полезная площадь для хранения угля с учетом дополнительной потребности на проходы и проезды ($k_{пр} = 1,5$): $F_{пл} = F_{шт} n_{шт} k_{шт}$.

При полезной ширине $B_{пл} = 2b_{шт}$ длина площадки $L_{пл} = \frac{F_{пл}}{B_{пл}}$.

Библиографический список

1. Железнодорожные станции и узлы: учебник / В.И. Апатцев и др.; под ред. В.И. Апатцева, Ю.И. Ефименко. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. - 855 с.
2. Проектирование инфраструктуры железнодорожного транспорта (станции, железнодорожные и транспортные узлы): учебник / под ред. Н.В. Правдина и С.П. Вакуленко. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2012. — 1086 с.
3. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты): учебное пособие для специалистов / рек. МГУПС (МИИТ) ; под ред.: Н. В. Правдина, С. П. Вакуленко. - 5-е изд., испр. и доп. - Москва : УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2015. - 649 с.
4. Железнодорожные станции и узлы: Учеб. пособие / Ю.И. Ефименко, С.И. Логинов, В.С. Суходеев и др.; Под ред. Ю. И. Ефименко.- М.: Издательский центр "Академия", 2006.-336 с.
5. Правила и технические нормы проектирования станций и узлов на железных дорогах колеи 1520мм. - М.: МПС, 2000.-256 с.