

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра горных машин и комплексов

Составитель В. М. Юрченко

РАСЧЕТ ГРУЗОПОТОКОВ ОТ КОМПЛЕКСНО-МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ЛАВ И ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛИНИЙ

**Методические указания к дипломному и курсовому
проектированию по дисциплинам «Подземный транспорт»
и «Транспортные машины» для обучающихся специальности
21.05.04 Горное дело, специализаций
21.05.04.01 Подземная разработка пластовых месторождений
и 21.05.04.09 Горные машины и оборудование,
всех форм обучения**

Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 23 от 18.06.2018
Рекомендованы к печати
учебно-методической комиссией
специализации 21.05.04.09
Протокол № 8 от 28.06.2018
Электронная копия находится
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2018

ВЕДЕНИЕ

Сложность расчетов конвейерных линий обусловлена их разветвленностью и неравномерностью поступающих грузопотоков.

В инженерной практике в угольной отрасли нашла широкое применение (в проектных институтах, отделах, шахтах) методика [1, 3], разработанная лабораторией рудничного транспорта ИГД им. А. А. Скочинского (в настоящее время Национальный научный центр горного производства).

В настоящих методических указаниях на примере расчета конкретной схемы (рис. 1) приведены методики расчета грузопотоков от комплексно-механизированных забоев и выбор оборудования для конвейерных линий.

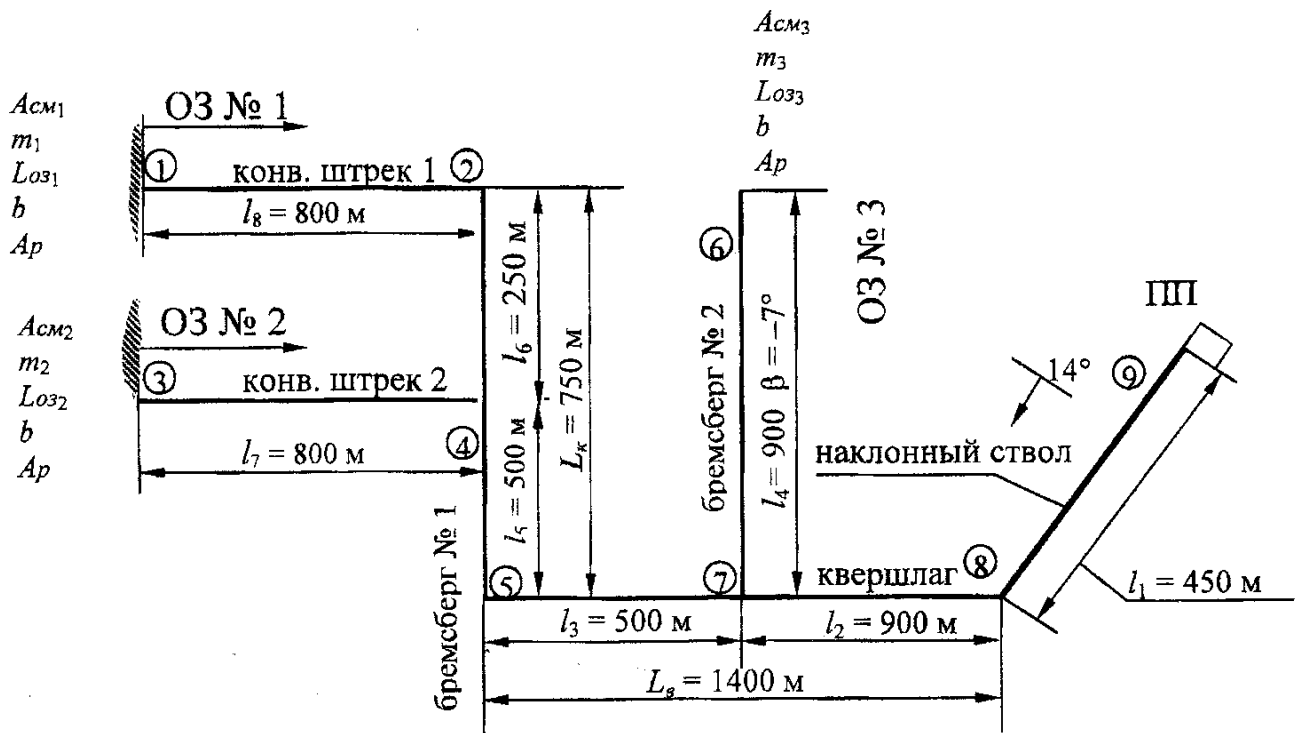


Рис. 1. Технологическая схема конвейерного транспорта

В методических указаниях приведен справочный материал, необходимый для выполнения расчетов.

Цель методических указаний – научить будущих дипломированных специалистов принимать обоснованные инженерные решения.

Средняя продолжительность выполнения расчетов составляет 3–4 часа.

1. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1.1. Составление технологической схемы конвейерного транспорта

Технологическая схема транспорта должна отражать путь перемещения горной массы от забоя до пункта складирования или погрузки в средство внешнего транспорта. На схеме должны быть даны названия выработок, их длины, углы наклона, указано расположение бункеров и погрузочных пунктов (рис. 1). Рядом с графическим обозначением очистного забоя на схеме указать общие параметры:

$A_{см}$ – сменная нагрузка на забой, т;

m – мощность пласта, м;

$L_{оз}$ – длина очистного забоя (лавы), м;

b – ширина захвата, м;

A_p – сопротивляемость угля резанию, Н/мм;

тип оборудования – для механизации работ в очистном забое.

Применение современного оборудования комплексной механизации позволяет повысить суточную нагрузку на очистной забой до 15–50 тыс. т. Однако нельзя закладывать в расчет грузопотоков желаемую сменную нагрузку. Необходимо проверить, достижима ли она, то есть определить ее по формуле (1.1).

1.2. Обоснование принимаемых параметров

В табл. 1 приведены перечень забойного оборудования и горно-технические параметры, принятые для примера расчета (см. п. 2).

Таблица 1

Параметры	Забои		
	№ 1	№ 2	№ 3
Сменная добыча $A_{см}$, т	550	500	700
Продолжительность смены $T_{см}$, ч	6	6	6
Длина очистного забоя $L_{оз}$, м	150	150	160
Вынимаемая мощность пласта m , м	1,7	2,0	2,0
Угол падения пласта β , градус	7	7	7

Параметры	Забои		
	№ 1	№ 2	№ 3
Плотность угля в целике γ_u , т/м ³	1,35	1,35	1,35
Насыпная масса угля γ , т/м ³	0,85	0,85	0,85
Сопrotивляемость угля резанию A_p , Н/мм	200	120	300
Тип механизированного комплекса	2КТМ	2МКЭ	1УКП
Тип комбайна	2К52	КШ-1КГ	1ГШ68
Мощность электродвигателя исполнительного органа, кВт	75/105	75/105	250/250
Схема работы комбайна	одностo- ронняя		
Число циклов в смену N , шт.	2	2	2
Ширина захвата b , м	0,63	0,63	0,63
Коэффициент машинного времени k_m	0,40	0,45	0,40
Тип скребкового конвейера	СП-87П	СУ2МК	СП202
Скорость цепи конвейера V_k , м/мин	67,2	58,5	67,2

Сменная нагрузка на очистной забой (добыча):

$$A_{cm} = m \cdot b \cdot L_{oz} \cdot \gamma_u \cdot N, \text{ т} \quad (1.1)$$

где N – число циклов, которое может совершить комбайн при определенных скоростях подачи.

Число циклов комбайна определяют по формуле

$$N = \frac{60 \cdot T_{cm} \cdot k_m}{\frac{L_{oz}}{V_{\max}} + \frac{L_{oz}}{V'_{\max}} + t_{nz}}, \quad (1.2)$$

где t_{nz} – время на совершение подготовительно-заключительных операций, мин (с целью упрощения задачи условно принимают $t_{nz} = 20$ мин);

V_{\max} – максимальная скорость подачи выемочной машины при резании, м/мин, зависит от ее энерговооруженности и сопротивляемости угля резанию (A_p), [1, табл. 6.1] или [2, прил. 2];

$V'_{\max} = 0,85 \cdot V_{\max,м}$ – скорость подачи комбайна при обратном ходе (при зачистке), м/мин;

$V_{\max, m}$ – возможная техническая скорость подачи выемочной машины, м/мин, [1, табл. 6.1].

В случае отсутствия данных о скорости подачи комбайна при резании для ее определения можно воспользоваться формулой

$$V_{\max} = \frac{N_{уст}}{60 \cdot H_w \cdot m \cdot b \cdot \gamma_c}, \text{ м/мин} \quad (1.3)$$

где $N_{уст}$ – устойчивая мощность электродвигателя комбайна, кВт;

для двигателя типа ЭДКО – $N_{уст} = (0,7 \div 0,9) \cdot N_c$;

для двигателей типа ЭКВ – $N_{уст} = (0,9 \div 1,1) \cdot N_{дл}$;

где $N_c, N_{дл}$ – соответственно часовая и длительная мощности электродвигателя, [1, табл. 6.1] или [табл. 2 прил. 2];

H_w – удельные энергозатраты разрушения угля, кВт·ч/т.

A_p , Н/мм	100	200	300	400
H_w , кВт·ч/т	0,3	0,6	0,9	1,2

Длина очистного забоя $L_{оз}$ имеет тенденцию увеличения: 90, 100, 120 м – раньше, 150, 180 и до 350 м – сегодня и на дальнейшую перспективу. Увеличение длины очистного забоя вызвано стремлением повысить коэффициент использования забойного оборудования (это отношение времени работы оборудования за минусом времени, затрачиваемого на монтаж-демонтаж, к его сроку службы). Необходимо также подчеркнуть, что для увеличения коэффициента использования оборудования нормативными документами отрасли рекомендуется увеличивать длину столба до 2,0÷2,5 км.

Эту же цель ставят при работе комплексно-механизированных лав с разворотом комплекса без перемонтажа.

Вынимаемая мощность m – один из параметров, характеризующих пласт. Пласты по мощности классифицируют следующим образом:

весьма тонкие	до 0,5 м
тонкие	0,5–1,3 м
средней мощности	1,3–3,5 м
мощные	более 3,5 м

При выборе комбайна пределы регулирования шнеков должны быть несколько больше, чем вынимаемая мощность пласта. В противном случае при выемке будет оставаться пачка угля.

Ширина захвата комбайна b зависит от многих факторов, основным из которых является вынимаемая мощность пласта. При выборе шнека (ширины захвата) необходимо учитывать следующие рекомендации:

$b = 0,8$ м	при $m < 1,2$ м;
$b = 0,63$ м	при $m = 1,2-2,5$ м;
$b = 0,5$ м	при $m > 2,5$ м.

Средняя плотность угля в целике и насыпная масса угля – величины взаимосвязанные и имеющие одинаковые единицы измерения – т/м^3 . Средняя плотность угля в целике изменяется в пределах $1,1-1,5 \text{ т/м}^3$, а насыпная масса составляет $0,8-1,1 \text{ т/м}^3$. Следует отметить, что связующим элементом является коэффициент разрыхления ($k_p = \gamma_u / \gamma$), который составляет $1,1-1,4$.

Сопrotивляемость угля резанию A_p – этот параметр играет важную роль при определении скорости подачи угольного комбайна. В свою очередь, максимальный грузопоток из лавы прямо пропорционален скорости подачи комбайна. Таким образом, необоснованное увеличение скорости комбайна искусственно увеличит максимальный грузопоток, что потребует большей приемной способности конвейера (либо принятия конвейера с большей скоростью ленты, либо – конвейера с большей шириной ленты).

Коэффициент машинного времени k_m существенно влияет на величину среднего грузопотока из очистного забоя. Важно подчеркнуть, что сегодняшняя организация работы комплексно-механизированных забоев в отрасли позволила достигнуть величины коэффициента $0,35-0,45$.

Кстати, бригада В. М. Гвоздева (ш. «Распадская», январь 1987 г.) при установлении рекорда суточной добычи 14000 т угля довела коэффициент машинного времени до $0,82$.

При расчетах величину коэффициента машинного времени нельзя необоснованно завышать, так как это приведет к искусственному увеличению эксплуатационной нагрузки, что, в свою очередь, ведет к завышению мощности привода конвейера и требуемой прочности тягового органа.

1.3. Рекомендации по проектированию конвейерных линий

При проектировании конвейерных линий необходимо придерживаться следующего:

- число конвейеров в линии принимать минимальным с целью экономичности (т. е. снижения себестоимости транспортирования 1 т угля) и повышения надежности системы, характеризующейся коэффициентом готовности (определяют произведением коэффициентов для отдельных машин);

- выбор ширины и скорости движения ленты производить на основании сравнения максимального минутного грузопотока и приемной способности конвейера:

$$a'_{\max} < Q_{\text{кпр}} \cdot \gamma \text{ при } a'_m > a''_m \text{ или } a''_{\max} < Q_{\text{кпр}} \cdot \gamma \text{ при } a'_{\max} < a''_{\max};$$

- выбор модели конвейера осуществлять по принятым параметрам: ширине ленты и скорости ее движения с учетом места установки (штрек, бремсберг, уклон) и условий эксплуатации;

- длину установки конвейера принимать по допустимой длине, определяемой по графику применимости по известным параметрам: эксплуатационной нагрузке (т/ч) и углу установки (град);

- если конвейер не подходит по одному из параметров (в пределах 20%): приемной способности, производительности или допустимой длине, то можно выйти из положения, установив бункер с питателем перед данным конвейером. В других случаях следует выбирать конвейер с большей шириной ленты и большей мощностью привода.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУЗОПОТОКОВ ИЗ ОЧИСТНЫХ ЗАБОЕВ

Очистной забой № 1

2.1. Средний минутный грузопоток

За время поступления угля из очистного забоя:

$$a_{1(n)1} = \frac{A_{cm1}}{60 \cdot T_{cm} \cdot k_n}, \quad (2.1)$$

где k_n – коэффициент времени поступления угля из одного очистного забоя на транспортную систему; при односторонней схеме работы комбайна с зачисткой величину k_n определяют по формуле

$$k_n = k_m + \frac{t_3}{60 \cdot T_{см}}, \quad (2.2)$$

где t_3 – продолжительность зачистки очистного забоя при обратном ходе в течение смены:

$$t_3 = \frac{L_{оз} \cdot N}{0,85 \cdot V_{\max,м}} = \frac{150 \cdot 2}{0,85 \cdot 6,0} = 58,8, \text{ мин}, \quad (2.3)$$

где $V_{\max,м} = 0,6$ м/мин – максимальная маневровая скорость выемочной машины (принимают для 2К-52 [1, табл. 6.1] или [табл. 2, 3 прил. 2]).

Тогда

$$k_n = 0,4 + \frac{58,8}{60 \cdot 6} = 0,56;$$

$$a_{1(n)1} = \frac{550}{60 \cdot 6 \cdot 0,56} = 2,73, \text{ т/мин.}$$

При челноковой схеме работы комбайна (без зачистки) величину k_n определяют как $k_n = k_m$.

2.2. Максимальный минутный грузопоток, который может поступить из очистного забоя

2.2.1. При прямом ходе выемочной машины:

$$a'_{\max_1} = m \cdot b \cdot V_m \cdot \delta_1 \cdot \Psi_n \cdot \gamma_u, \quad (2.4)$$

где $V_{\max} = 3,0$ м/мин – максимальная скорость выемочной машины при резании ([1, табл. 6.1] или [табл. 2 прил. 2]), или вычисляют по формуле – 1.3) для комбайна 2К-52 при $b = 0,63$ м, $m = 1,7$ м.

$$\delta_1 = \frac{V_k}{V_k + V_{\max}} = \frac{67,2}{67,2 + 3,0} = 0,957, \quad (2.5)$$

δ_1 – расчетный коэффициент, учитывающий направление движения выемочной машины и скребковой цепи забойного конвейера;

$V_k = 67,2$ м/мин – скорость цепи конвейера СП-87П [1, табл. 6.2] или [табл. 1 и 4 прил. 2];

Ψ_n – коэффициент погрузки:

- при односторонней работе выемочной машины $\Psi_n = 0,70$, устанавливаются по [1, табл. 6.3] или [табл. 5 прил. 2];

- при работе выемочной машины по челноковой схеме при прямом ходе $\Psi_n = 1$, а при обратном ходе $\Psi_n = 0$;

- при работе выемочной машины по уступной схеме (для отработки пластов $m = 3,5$ м и более), когда при прямом ходе вынимается часть рабочей мощности пласта m_1 , коэффициент погрузки принимают $\Psi_n = \frac{m_1}{m}$, тогда при обратном ходе $\Psi_n = 1 - \frac{m_1}{m}$.

Тогда максимальный минутный поток при прямом ходе:

$$a'_{\max_1} = 1,7 \cdot 0,63 \cdot 3,0 \cdot 0,957 \cdot 0,7 \cdot 1,35 = 2,91, \text{ т/мин.}$$

2.2.2. При обратном ходе выемочной машины (зачистке):

$$a''_{\max_1} = m \cdot b \cdot V'_{\max} \cdot \delta_2 \cdot (1 - \Psi_n) \cdot \gamma_u, \quad (2.6)$$

где

$$V'_{\max} = 0,85 \cdot V_{\max,м} = 0,85 \cdot 6,0 = 5,1, \text{ м/мин;} \quad (2.7)$$

$$\delta_2 = \frac{V_k}{V_k - V'_{\max}} = \frac{67,2}{67,2 - 5,1} = 1,08. \quad (2.8)$$

Тогда максимальный минутный грузопоток при обратном ходе:

$$a''_{\max_1} = 1,7 \cdot 0,63 \cdot 5,1 \cdot 1,08 \cdot (1 - 0,70) \cdot 1,35 = 2,39, \text{ т/мин.}$$

По максимальному минутному грузопотоку из забоя проверяем правильность предварительного выбора скребкового конвейера по условию $a'_{\max_1} \leq a_{зк}$. Так как это условие выполняется ($2,91 < 6,0$), значит, конвейер СП-87П принят правильно.

Если условие невыполнимо, то есть максимальный минутный грузопоток больше приемной способности забойного конвейера, тогда в дальнейших расчетах принимают $a_{\max} = a_{зк}$.

Очистной забой № 2

2.3. Средний минутный грузопоток за время поступления угля:

$$a_{1(n)2} = \frac{A_{см2}}{60 \cdot T_{см} \cdot k_{n2}}, \text{ Т/МИН}$$

где

$$\begin{aligned} k_{n2} &= k_m + \frac{t_3}{60 \cdot T_{см}} = k_m + \frac{L_{вз} \cdot N}{0,85 \cdot V_{\max,м} \cdot 60 \cdot T_{см}} = \\ &= 0,45 + \frac{150 \cdot 2}{0,85 \cdot 6,0 \cdot 60 \cdot 6} = 0,61; \end{aligned}$$

$V_{\max,м} = 6,0$ т/мин, скорость подачи комбайна КШ-1КГ, [1, табл. 6.1] или [табл. 2 и 3 прил. 2].

Тогда

$$a_{1(n)2} = \frac{500}{60 \cdot 6 \cdot 0,61} = 2,28, \text{ Т/МИН.}$$

2.4. Максимальный минутный грузопоток из очистного забоя № 2

2.4.1. При прямом ходе выемочной машины:

$$a'_{\max 2} = m \cdot b \cdot V_{\max} \cdot \delta_1 \cdot \Psi_n \cdot \gamma_{\psi},$$

где $V_{\max} = 3,0$ м/мин, скорость подачи комбайна КШ-1КГ [1, табл. 6.2] или [табл. 2 прил. 2], или вычисляются по формуле 1.3:

$$\delta_1 = \frac{V_k}{V_k + V_{\max}} = \frac{57,5}{57,5 + 3,0} = 0,95,$$

где $V_k = 57,5$ м/мин – скорость цепи конвейера СУ2МК, [1, табл. 6.2] или [табл. 1 и 4 прил. 2];

$\Psi_n = 0,74$ – коэффициент погрузки, [1, табл. 6.3] или [табл. 5 прил. 2].

Тогда максимальный минутный грузопоток при прямом ходе:

$$a'_{\max_2} = 2,0 \cdot 0,63 \cdot 3,0 \cdot 0,95 \cdot 0,74 \cdot 1,36 = 3,5, \text{ т/мин.}$$

2.4.2. При обратном ходе выемочной машины:

$$a''_{\max_2} = m \cdot b \cdot V'_{\max} \cdot \delta_2 \cdot (1 - \Psi_n) \cdot \gamma_u,$$

где

$$V'_{\max} = 0,85 \cdot V_{\max, M} = 0,85 \cdot 6,0 = 5,1, \text{ м/мин,}$$

$$\delta_2 = \frac{57,5}{57,5 - 5,1} = 1,1.$$

Тогда максимальный грузопоток при обратном ходе:

$$a''_{\max_2} = 2,0 \cdot 0,63 \cdot 5,1 \cdot 1,1 \cdot (1 - 0,74) \cdot 1,35 = 2,48, \text{ т/мин.}$$

По максимальному минутному грузопотоку из забоя проверяем правильность предварительного выбора скребкового конвейера по условию $a'_{\max_2} < a_{зк}$.

Так как это условие выполняется ($3,5 < 4,4$), значит, конвейер СУ2МК принят правильно.

Очистной забой № 3

2.5. Средний минутный грузопоток за время поступления груза:

$$a_{1(n)3} = \frac{A_{см3}}{60 \cdot T_{см} \cdot k_{n3}}, \text{ т/мин}$$

где

$$k_{n3} = k_m + \frac{L_{oz} \cdot N}{0,85 \cdot V_{\max, m} \cdot 60 \cdot T_{cm}} = 0,4 + \frac{160 \cdot 2}{0,85 \cdot 6,0 \cdot 60 \cdot 6} = 0,57,$$

$V_{\max, m} = 6,0$ м/мин – скорость подачи комбайна 1ГШ-68 при обратном ходе, [1, табл. 6.1] или [табл. 2 и 3 прил. 2].

Тогда

$$a_{1(n)3} = \frac{700}{60 \cdot 6 \cdot 0,57} = 3,41, \text{ т/мин.}$$

2.6. Максимальный минутный грузопоток из очистного забоя № 3

2.6.1. При прямом ходе выемочной машины:

$$a'_{\max 3} = m \cdot b \cdot V_{\max} \cdot \delta_1 \cdot \Psi_n \cdot \gamma_u,$$

где $V_{\max} = 3,6$ м/мин, скорость подачи комбайна 1ГШ-68, [1, табл. 6.1] или [табл. 2 прил. 2], или вычисляются по формуле 1.3:

$$\delta_1 = \frac{V_k}{V_k + V_{\max}} = \frac{67,2}{67,2 + 3,6} = 0,923,$$

$V_k = 67,2$ м/мин, скорость цепи конвейера СП-202, [1, табл. 6.2] или [табл. 1 и 4 прил. 2];

$\Psi_n = 0,74$ – коэффициент погрузки, [1, табл. 6.3] или [табл. 5 прил. 2].

Тогда максимальный грузопоток при прямом ходе:

$$a'_{\max 3} = 2 \cdot 0,63 \cdot 3,6 \cdot 0,923 \cdot 0,74 \cdot 1,35 = 4,18, \text{ т/мин.}$$

2.6.2. При обратном ходе выемочной машины:

$$a''_{\max_3} = m \cdot b \cdot V'_{\max} \cdot \delta_2 \cdot (1 - \Psi_n) \cdot \gamma_u,$$

$$V'_{\max} = 0,85 \cdot V_{\max, M} = 0,85 \cdot 6,0 = 5,1, \text{ м/мин};$$

$$\delta_2 = \frac{V_{\kappa}}{V_{\kappa} - V'_{\max}} = \frac{67,2}{67,2 - 5,1} = 1,08.$$

Тогда максимальный грузопоток при обратном ходе:

$$a''_{\max_3} = 2,0 \cdot 0,63 \cdot 5,1 \cdot 1,08 \cdot (1 - 0,74) \cdot 1,35 = 2,44, \text{ т/мин.}$$

По максимальному минутному грузопотоку из забоя проверяем правильность предварительного выбора скребкового конвейера по условию $a'_{\max_3} < a_{зк}$. Так как это условие выполняется ($4,18 < 6,0$), значит, конвейер СП-202 принят правильно.

3. ВЫБОР ТИПОВ КОНВЕЙЕРОВ

Конвейерную линию условно делим на расчетные участки. Участки 1–2, 3–4, 6–7 являются однопоточными, а участки 2–5, 5–8, 8–9 – сборными. Выбор типов конвейера производим для каждого участка.

Участки 1–2 и 3–4 – ярусные конвейерные штреки очистных забоев № 1, № 2 ($l_7 = l_8 = 800$ м, $\beta = 0$).

3.1. Выбор конвейера по приемной способности

По [1, табл. 7.9] или по табл. 7 прил. 2 находим параметры ленточного конвейера (с учетом места установки: стационарный или полустационарный), который бы обеспечил условие $\gamma \cdot Q_{кпр} > a'_{\max_1}$, т. е. приемная способность конвейера должна быть больше максимального минутного грузопотока.

Приемную способность, удовлетворяющую условию $Q_{кпр} = 6,5 \text{ м}^3/\text{мин}$, что при $\gamma = 0,85 \text{ т/м}^3$ соответствует $Q_{кпр} = 5,5 \text{ т/мин}$, обеспечивают следующими параметрами конвейера:

$B = 800 \text{ мм}$ – шириной ленты, $V_l = 1,6 \text{ м/с}$ – скоростью ленты.

В соответствии с принятыми параметрами и исходя из условий эксплуатации на штрехах (1–2 и 3–4), должны быть установлены полустационарные телескопические ленточные конвейеры. По [1, табл. 13.4] или по табл. 1 прил. 3 предварительно принимаем конвейер 2ЛТ80. Второй типоразмер принят с целью установки конвейера на всю длину штреха (800 м).

Принятие окончательного решения возможно после проверки: проходит ли предварительно выбранный конвейер 2ЛТ80 по мощности привода и прочности тягового органа (ленты) с учетом конкретной эксплуатационной нагрузки и конкретного угла наклона выработки.

Для этого определяем эксплуатационную нагрузку:

$$Q_3 = 60 \cdot a_{1(n)} \cdot k_t, \text{ т/ч}, \quad (3.1)$$

где k_t – расчетный коэффициент нагрузки. Величину k_t находим по [1, табл. 6.4] или по табл. 6 прил. 2, установив предварительно t_k и k_1 по формулам, где t_k – продолжительность загрузки несущего полотна конвейера, мин; k_1 – минутный коэффициент неравномерности.

для очистного забоя № 1	для очистного забоя № 2
$t_k = \frac{l_8}{60 \cdot V_l} = \frac{800}{60 \cdot 1,6} = 8,35, \text{ мин}$	$t_k = \frac{l_7}{60 \cdot V_l} = \frac{800}{60 \cdot 1,6} = 8,35, \text{ мин}$
$k_1 = \frac{a'_{\max 1}}{a_{1(n)1}} = \frac{2,91}{2,73} = 1,06$	$k_1 = \frac{a'_{\max 1}}{a_{1(n)1}} = \frac{2,91}{2,73} = 1,06$
$k_t = 1,12$	$k_t = 1,31$
$Q_{31} = 60 \cdot 2,73 \cdot 1,12 = 183, \text{ т/ч}$	$Q_{32} = 60 \cdot 2,28 \cdot 1,31 = 179, \text{ т/ч}$

Порядок установления допустимой длины конвейера по графику применимости показан на рис. 2 [4].

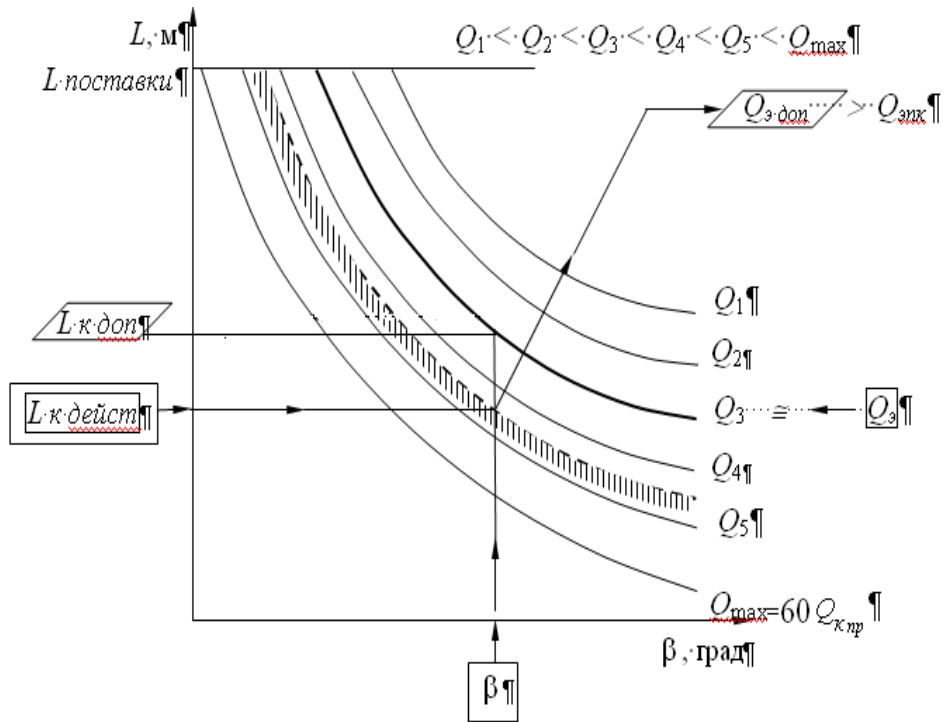


Рис. 2. Порядок работы с графиком применим при выборе ленточного конвейера:

 ← выходной параметр;  → входной параметр

- | | |
|-----------------------------|---|
| 1 – поставить 2 конвейера | $\left\{ \begin{array}{l} \text{одинаковых} \\ \text{разных} \end{array} \right.$ |
| 2 – принять другой конвейер | |
| 3 – уменьшить нагрузку | $\left\{ \begin{array}{l} \text{более мощный с другой шириной ленты} \\ \text{более мощный с той же шириной ленты} \end{array} \right.$ |
| 4 – установить бункер | |
| | $\left\{ \begin{array}{l} \text{приостанавливать работу одного из забоев, разнести во времени работу забоев (сдвинуть смены); уменьшить } A_{см} \\ \text{с помощью питателя установить нагрузку на конвейер, равную } Q_{эпк} \end{array} \right.$ |

Для данного случая по графику применимости ленточного конвейера 2ЛТ80 [4] при угле наклона и ожидаемой эксплуатационной нагрузке $Q_{э_1} = 183$ т/ч и $Q_{э_2} = 179$ т/ч допустимая длина $L_{к.дон}$

составляет соответственно 1300 и 1300 м. Так как $L_{\kappa_{дон}} > l_8$ и $L_{\kappa_{дон}} > l_7$, то для участков 1–2 и 3–4 окончательно принимаем установку конвейеров 2ЛТ80 на всю длину штреков 800 м.

Учитывая, что телескопический конвейер 2ЛТ80 может работать под лавой только с приставным перегружателем, принимаем к установке перегружатель ПТК1У (по максимальной производительности, т/мин). Выбирают перегружатель по табл. 2 прил. 3.

При использовании телескопических ленточных конвейеров унифицированного типажного ряда, например 2ЛТ80У, отпадает необходимость выбора перегружателя, так как он входит в состав конвейера.

В качестве критериев оценки правильности выбора ленточного конвейера для любого из вариантов рекомендуют коэффициенты использования:

- по приемной способности конвейера

$$R_{np} = \frac{a_{\max}}{\gamma \cdot Q_{\kappa_{np}}}; \quad (3.2)$$

- по эксплуатационной производительности конвейера

$$R_{э} = \frac{Q_{э}}{Q_{э_{дон}}}. \quad (3.3)$$

Пример определения допустимой эксплуатационной производительности конвейера $Q_{э_{дон}}$ показан на рис. 2. Конвейер следует считать правильно выбранным, если выполнены оба условия:

$0,5 \leq R_{np} < 1,0$ } такую проверку осуществляют при выборе
 $0,5 \leq R_{э} < 1,0$ } всех основных конвейеров.

Окончательный и утвердительный ответ о правильности принятого решения может дать только экономическое сравнение вариантов.

Участок 2–5 – панельный бремсберг является сборным для двух грузопотоков из очистных забоев № 1 и № 2. Необходимую приемную способность бремсбергового конвейера определяют по наиболее загруженному участку 4–5.

3.3. Максимальный суммарный минутный грузопоток за время поступления груза (сложение случайных величин)

$$a_{\max\Sigma} = a_{1(n)1} + a_{1(n)2} + n_{\sigma} \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}. \quad (3.4)$$

Значение вероятностного параметра зависит от числа очистных забоев, подающих груз на сборный конвейер [1, с. 72].

Число забоев	2	3	4	5	6	7	8 и более
Значение n_{σ}	2,4	2,15	1,9	1,7	1,5	1,25	1,0

Для данного случая вероятностный параметр составляет $n_{\sigma} = 2,4$.

Значение среднеквадратичных отклонений минутных грузопотоков за время поступления груза из очистных забоев определяют по формуле

$$\sigma_1 = \frac{a'_{\max 1} - a_{1(n)1}}{2,33} = \frac{2,91 - 2,73}{2,33} = 0,07, \text{ т/мин.} \quad (3.5)$$

Допустим, что конвейер не проходит по длине. В данной ситуации возможны три решения, каждое из которых имеет варианты.

$$\sigma_2 = \frac{3,5 - 2,28}{2,33} = 0,52, \text{ т/мин.}$$

Тогда максимальный суммарный грузопоток на участке 4–5 равен:

$$a_{\max\Sigma} = 2,73 + 2,28 + 2,4 \cdot \sqrt{0,07^2 + 0,52^2} = 6,27, \text{ т/мин.}$$

3.4. Выбор конвейера по приемной способности

На расчетном участке 2–5 должен быть установлен стационарный бремсберговый конвейер с углом наклона $\beta = -7^{\circ}$ и приемной способностью не менее 6,27 т/мин.

По [1, табл. 7.9] или по табл. 5 прил. 2 находим параметры ленточного конвейера (с учетом места установки: стационарный или полустационарный), который бы обеспечил условие $\gamma \cdot Q_{кпр} > a_{\max\Sigma}$, т. е. приемная способность должна быть больше максимального минутного грузопотока.

Приемную способность, удовлетворяющую условию $Q_{кпр} = 7,8 \text{ м}^3/\text{мин}$, что при $\gamma = 0,85 \text{ т}/\text{м}^3$ соответствует 6,63 т/мин, обеспечивают следующими параметрами конвейера:

$B = 800 \text{ мм}$ – шириной ленты,

$V_l = 2,0 \text{ м}/\text{с}$ – скоростью ленты.

В соответствии с принятыми параметрами и исходя из условий эксплуатации для участка 2–5 предварительно принимаем по [1, табл. 13.1] или по табл. 1 прил. 3 конвейер 2Л80. Второй типоразмер принят с целью установки конвейера на всю длину бремсберга (750 м).

3.5. Установление допустимой длины конвейера

Принятие окончательного решения возможно после проверки: проходит ли предварительно выбранный конвейер 2Л80 по мощности привода и прочности конвейерной ленты с учетом конкретной эксплуатационной нагрузки и конкретного угла наклона выработки.

В связи с тем, что у каждого грузопотока свое место погрузки (см. рис. 1) и они разнесены, определяем приведенную эксплуатационную нагрузку при условии установки одного конвейера на всю длину выработки ($L_k = L_6 = l_5 = l_6 = 750 \text{ м}$).

$$Q_{\text{э(прив)}} = \frac{Q_{\text{э}_1} \cdot l_6 + Q_{\text{э}_2} \cdot l_5}{L_k}, \quad (3.6)$$

где $Q_{\text{э}_1}$ и $Q_{\text{э}_2}$ – соответственно долевые значения эксплуатационных нагрузок, т/ч; l_5 и l_6 – соответственно длины отрезков выработки, по которым транспортируются грузопотоки, м.

Определяем эксплуатационную нагрузку от очистного забоя № 1, действующую на отрезке $l_6 = 250 \text{ м}$:

$$Q_{\varepsilon_1} = 60 \cdot a_{1(n)1} \cdot k_t.$$

Расчетный коэффициент нагрузки k_t принимают по [1, табл. 6.4] или по табл. 6 прил. 2 по предварительно определенным: коэффициенту неравномерности грузопотока – k_1 и времени загрузки отрезка (l_6) конвейера – t_k .

$$k_1 = \frac{a'_{\max 1}}{a_{1(n)1}} = \frac{2,91}{2,73} = 1,06;$$

$$t_k = \frac{l_6}{60 \cdot V_{\text{л}}} = \frac{250}{60 \cdot 2,0} = 2,08, \text{ мин};$$

$$k_t = 1,18.$$

Тогда

$$Q_{\varepsilon_1} = 60 \cdot 2,73 \cdot 1,18 = 193, \text{ т/ч.}$$

Определяем эксплуатационную нагрузку от очистных забоев № 1 и № 2, действующую на отрезке $l_5 = 500$ м:

$$Q_{\varepsilon_2} = 60 \cdot \Sigma a_{1(n)i} \cdot k_t, \quad (3.7)$$

где $\Sigma a_{1(n)i}$ – суммарный средний минутный грузопоток, т/мин.

Суммарный средний минутный грузопоток определяют арифметическим сложением средних минутных грузопотоков:

$$\Sigma a_{1(n)i} = a_{1(n)1} + a_{1(n)2} = 2,73 + 2,28 = 5,01, \text{ т/мин.}$$

Расчетный коэффициент нагрузки k_t принимают по [1, табл. 6.4] или по табл. 6 прил. 2 по предварительно определенным: коэффициенту неравномерности грузопотока k_1 и времени загрузки отрезка (l_5) конвейера t_k :

$$k_1 = \frac{a_{\max \Sigma}}{\Sigma a_{1(n)i}} = \frac{6,27}{5,01} = 1,25;$$

$$t_k = \frac{l_5}{60 \cdot V_l} = \frac{500}{60 \cdot 2,0} = 4,2, \text{ мин};$$

$$k_t = 1,19.$$

Тогда

$$Q_{э_2} = 60 \cdot 5,01 \cdot 1,19 = 358, \text{ т/ч.}$$

Приведенная эксплуатационная нагрузка, действующая на участке выработки 2–5, составит:

$$Q_{э(прив)} = \frac{193 \cdot 250 + 358 \cdot 500}{750} = 303, \text{ т/ч.} \quad (3.8)$$

Теперь по графику применимости определяем допустимую длину конвейера. С учетом эксплуатационной нагрузки и угла наклона выработки допустимая длина конвейера составляет $L_{кдоп} = 1100$ м. Так как $(1100 > 750)$ м, то на участке 2–5 может быть установлен один конвейер 2Л80 (на всю длину).

Участок 6–7 – конвейерный бремсберг ($l_4 = 900$ м, $\beta = -7^\circ$) поступает уголь из очистного забоя № 3 (длина столба по падению).

3.6. Выбор конвейера по приемной способности

По [1, табл. 7.9] или по табл. 7 прил. 2 находим параметры ленточного конвейера (с учетом места установки: стационарный или полустационарный), который бы обеспечил условие $\gamma \cdot Q_{кпр} > a'_{\max 3}$, т. е. приемная способность конвейера должна быть больше максимального минутного грузопотока 4,18 т/мин.

Приемную способность, удовлетворяющую условию $Q_{кпр} = 6,2 \text{ м}^3/\text{мин}$, что при $\gamma = 0,85 \text{ т/м}^3$ соответствует 5,26 т/мин, обеспечивают следующими параметрами конвейера:

$B = 800$ мм – шириной ленты,

$V_l = 1,6$ м/с – скоростью ленты.

В соответствии с принятыми параметрами и исходя из условий эксплуатации для участка 6–7, предварительно принимаем конвейер

2ЛБ80 (см. [1, табл. 13.1] или табл. 1 прил. 3) в сочетании с надвижным перегружателем 1КСП-2 (табл. 2 прил. 3).

3.7. Установление допустимой длины конвейера

Принятие окончательного решения возможно после проверки: проходит ли предварительно выбранный конвейер 2ЛБ80 по мощности привода и прочности тягового органа (ленты) с учетом конкретной эксплуатационной нагрузки и конкретного угла наклона выработки. Для этого определяем эксплуатационную нагрузку от очистного забоя № 3:

$$Q_{э_3} = 60 \cdot a_{1(n)3} \cdot k_t.$$

Расчетный коэффициент нагрузки k_t определяем по [1, табл. 6.4] или по табл. 6 прил. 2 по предварительно определенным k_1 и t_k .

$$k_1 = \frac{a'_{\max_3}}{a_{1(n)3}} = \frac{4,18}{3,41} = 1,23;$$

$$t_k = \frac{l_4}{60 \cdot V_l} = \frac{900}{60 \cdot 1,6} = 9,4, \text{ мин};$$

$$k_t = 1,13.$$

Тогда

$$Q_{э_3} = 60 \cdot 3,41 \cdot 1,13 = 231, \text{ т/ч.}$$

Теперь по графику применимости конвейера 2ЛБ80 [4] определяем его допустимую длину.

С учетом эксплуатационной нагрузки и угла наклона выработки допустимая длина конвейера составляет $L_{к_{дон}} = 1150$ м. Так как $(1150 > 900)$ м, то на участке 6–7 может быть установлен один конвейер 2ЛБ80 (на всю длину).

Участок 5–8 – квершлаг ($L_B = l_2 + l_3 = 1400$ м, $\beta = 0^\circ$).

По нему транспортируют груз, поступающий с панельного бремсберга № 1 в пункте 5 и с бремсберга № 2 – в пункте 7.

Участок 5–8 имеет два отрезка: 5–7 ($l_3 = 500$ м, $\beta = 0^\circ$), являющийся сборным для двух грузопотоков из забоев № 1 и № 2, и 7–8 ($l_2 = 900$ м, $\beta = 0^\circ$), по которому транспортируют грузопотоки из всех трех забоев.

3.8. Определение максимального минутного грузопотока

Рассчитывают для наиболее загруженного отрезка конвейера 7–8:

$$a_{\max_{\Sigma}} = a_{1(n)1} + a_{1(n)2} + a_{1(n)3} + n_{\sigma} \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2}.$$

Предварительно находим среднеквадратичные отклонения минутных грузопотоков за время поступления грузов:

Определены ранее: $\sigma_1 = 0,63$ т/мин ; $\sigma_2 = 0,64$ т/мин.

$$\sigma_3 = \frac{a'_{\max_3} - a_{1(n)3}}{2,33} = \frac{4,18 - 3,41}{2,33} = 0,33, \text{ т/мин.}$$

Далее находим вероятностный параметр (см. с. 16). При одновременной работе трех очистных забоев вероятностный параметр составляет $n_{\sigma} = 2,15$.

Тогда максимальный суммарный минутный грузопоток равен:

$$a_{\max_{\Sigma}} = 2,73 + 2,28 + 3,41 + 2,15 \sqrt{0,07^2 + 0,52^2 + 0,33^2} = 9,75, \text{ т/мин.}$$

3.9. Выбор конвейера по приемной способности

По [1, табл. 7.9] или по табл. 5 прил. 2 находим параметры ленточного конвейера (с учетом места установки: стационарный или полустационарный), который бы обеспечил условие $\gamma \cdot Q_{\text{кр}} > a_{\max_{\Sigma}}$, т. е. приемная способность конвейера должна быть больше максимального минутного грузопотока, равного 9,75 т/мин.

Приемную способность, удовлетворяющую условию:

$Q_{кпр} = 16,5 \text{ м}^3/\text{мин}$, что при $\gamma = 0,85 \text{ т/м}^3$ соответствует $14,03 \text{ т/мин}$, обеспечивают следующими параметрами конвейера:

$B = 1000 \text{ мм}$ – шириной ленты,

$V_l = 2,5 \text{ м/с}$ – скоростью ленты.

В соответствии с принятыми параметрами и исходя из условий эксплуатации, для участка 5–8 предварительно выбираем по [1, табл. 13.1] или по табл. 1 прил. 3 ленточный конвейер 2Л100У.

3.10. Установление допустимой длины конвейера

Принятие окончательного решения возможно после проверки: проходит ли предварительно выбранный конвейер 2Л100У по мощности привода и прочности конвейерной ленты с учетом конкретной эксплуатационной нагрузки и конкретного угла наклона выработки. Конвейер 2Л100У, установленный на всю длину участка 5–8, загружают двумя грузопотоками: в точках 5 и 7. Поэтому определяем приведенную эксплуатационную нагрузку

$$Q_{э(прив)} = (Q_{э_{1+2}} \cdot l_3 + Q_{э_{1+2+3}} \cdot l_2) / L_B.$$

Для этого определяем эксплуатационную нагрузку от очистных забоев № 1 и № 2, действующую на отрезке $l_3 = 500 \text{ м}$:

$$Q_{э_{1+2}} = 60 \cdot \Sigma a_{1(n)_i} \cdot k_t.$$

Расчетный коэффициент нагрузки k_t принимают по [1, табл. 6.4] или по табл. 6 прил. 2 по предварительно определенному коэффициенту неравномерности грузопотока k_1 и времени загрузки отрезка (l_3) конвейера t_k .

$$k_1 = \frac{a_{\max \Sigma}}{\Sigma a_{1(n)_i}} = \frac{6,27}{5,01} = 1,25;$$

$$t_k = \frac{l_3}{60 \cdot V_l} = \frac{500}{60 \cdot 2,5} = 3,3, \text{ мин};$$

$$k_t = 1,21.$$

Тогда

$$Q_{\varepsilon_{1+2}} = 60 \cdot 5,01 \cdot 1,21 = 364, \text{ т/ч.}$$

Определяем эксплуатационную нагрузку от очистных забоев № 1, № 2 и № 3, действующую на отрезке $l_2 = 900$ м:

$$Q_{\varepsilon_{1+2+3}} = 60 \cdot \Sigma a_{1(n)i} \cdot k_t.$$

Суммарный средний минутный грузопоток определяют арифметическим сложением средних минутных грузопотоков:

$$\Sigma a_{1(n)i} = a_{1(n)1} + a_{1(n)2} + a_{1(n)3} = 2,73 + 2,28 + 3,41 = 8,42, \text{ т/мин.}$$

Расчетный коэффициент нагрузки k_t принимают по [1, табл. 6.4] или по табл. 4 прил. 2 по предварительно определенным: коэффициенту неравномерности грузопотока k_1 и времени загрузки отрезка (l_2) конвейера t_k .

$$k_1 = \frac{a_{\max \Sigma}}{\Sigma a_{1(n)i}} = \frac{9,75}{8,42} = 1,16;$$

$$t_k = \frac{l_5}{60 \cdot V_{\text{л}}} = \frac{900}{60 \cdot 2,5} = 6,0, \text{ мин;}$$

$$k_t = 1,13.$$

Тогда

$$Q_{\varepsilon_{1+2+3}} = 60 \cdot 8,42 \cdot 1,13 = 571, \text{ т/ч.}$$

Приведенная эксплуатационная нагрузка, действующая на участке 5–8, составит

$$Q_{\varepsilon(\text{прив})} = \frac{364 \cdot 500 + 571 \cdot 900}{1400} = 497, \text{ т/ч.}$$

По графику применимости конвейера 2Л100У [4] определяем его допустимую длину. С учетом эксплуатационной нагрузки и угла наклона выработки допустимая длина конвейера составляет $L_{\kappa\text{дон}} = 1550$ м. Так как $L_{\kappa\text{дон}} > L_B$ ($1550 > 1400$) м, то на участке 5–8 может быть установлен один конвейер 2Л100У (на всю длину выработки).

Участок 8–9 – наклонный ствол ($L_B = l_1 = 450$ м, $\beta = 14^\circ$).

На конвейер, который будет установлен в наклонном стволе, поступает неравномерный грузопоток с конвейера 2Л100У.

3.11. Максимальный суммарный минутный грузопоток для выработок однопоточных (ближе к концу транспортирования), где не происходит его изменение, составляет 70% от арифметической суммы максимальных минутных грузопотоков от очистных забоев № 1, № 2, № 3.

$$a_{\max_\Sigma} = 0,7 \cdot \Sigma a'_{1\max_i} = 0,7 \cdot (2,91 + 3,5 + 4,18) = 7,41 \text{ т/мин.} \quad (3.9)$$

3.12. Выбор конвейера по приемной способности

По [1, табл. 7.9] или по табл. 7 прил. 2 находим параметры ленточного конвейера (с учетом места установки: стационарный или полустационарный), который бы обеспечил условие $\gamma \cdot Q_{\kappa\text{пр}} > a_{1(\max)_\Sigma}$, т. е. приемная способность конвейера должна быть больше максимального минутного грузопотока, равного 7,41 т/мин, действующего на участке 8–9.

Приемную способность, удовлетворяющую условию $Q_{\kappa\text{пр}} = 15,7 \text{ м}^3/\text{мин}$, что при $\gamma = 0,85 \text{ т/м}^3$ соответствует 12,56 т/мин, обеспечивают следующими параметрами конвейера:

$B = 1000$ мм – шириной ленты, $V_l = 2,5$ м/с – скоростью ленты.

В соответствии с принятыми параметрами и исходя из условий эксплуатации, для участка 8–9 выбираем по [1, табл. 13.2] или по табл. 1 прил. 3 ленточный конвейер 2Л100У.

3.13. Установление допустимой длины конвейера

Принятие окончательного решения возможно после проверки: проходит ли предварительно выбранный конвейер 2Л100У по мощности привода и прочности конвейерной ленты с учетом конкретной эксплуатационной нагрузки и конкретного угла наклона выработки. Конвейер 2Л100У, планируемый к установке на всю длину участка 8–9, загружается в одной точке 8. Поэтому определяем приведенную эксплуатационную нагрузку по формуле

$$Q_{\varepsilon(\text{прив})} = Q_{\varepsilon_1} + Q_{\varepsilon_2} + Q_{\varepsilon_3}.$$

Заранее находим доли эксплуатационных нагрузок от грузопотоков каждого из трех очистных забоев

$$Q_{\varepsilon_i} = 60 \cdot a_{1(n)_i} \cdot k_t.$$

Расчетный коэффициент нагрузки k_t принимают по [1, табл. 6.4] или по табл. 6 прил. 2 по предварительно определенным: коэффициенту неравномерности грузопотока k_1 ($k_1 = 1,06$; $k_1 = 1,53$; $k_1 = 1,23$ – определены ранее, см. с. 13, 19) и времени загрузки конвейера t_k на участке 8–9.

$$t_k = \frac{l_1}{60 \cdot V_l} = \frac{450}{60 \cdot 2,5} = 3,0, \text{ мин.}$$

Тогда расчетные коэффициенты нагрузки равны $k_t = 1,19$; $k_t = 1,2$; $k_t = 1,43$, а доли эксплуатационных нагрузок соответственно равны:

$$Q_{\varepsilon_1} = 60 \cdot 2,73 \cdot 1,19 = 195, \text{ т/ч;}$$

$$Q_{\varepsilon_2} = 60 \cdot 2,28 \cdot 1,2 = 164, \text{ т/ч;}$$

$$Q_{\varepsilon_3} = 60 \cdot 3,41 \cdot 1,43 = 293, \text{ т/ч.}$$

Приведенная эксплуатационная нагрузка конвейера, установленного на участке 8–9, составит:

$$Q_{э(прив)} = 195 + 164 + 293 = 652, \text{ т/ч.}$$

По графику применимости конвейера 2Л100У [4] определяем его допустимую длину. С учетом эксплуатационной нагрузки и угла наклона выработки допустимая длина конвейера 2Л100У составляет $L_{кдоп} = 300$ м. Так как $L_{кдоп} < L_B$ ($300 < 450$) м, то придется ставить либо два конвейера длиной по 225 м, либо принять конвейер с той же шириной ленты, но с большей мощностью привода 3Л100У. Допустимая длина для конвейера 3Л100У составляет $L_{кдоп} = 680$ м, что отвечает условию $L_{кдоп} > L_B$.

Таким образом, для данной технологической схемы транспорта выбор конвейеров осуществлен полностью.

4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БУНКЕРОВ В КОНВЕЙЕРНЫХ ЛИНИЯХ

4.1. Усредняющий (сглаживающий) бункер

Предназначен для сглаживания неравномерности грузопотока, поступающего на подбункерный конвейер (рис. 3), при этом минутный коэффициент неравномерности k_1 уменьшается (см. с. 12). Назначаемый подбункерный конвейер должен отвечать следующему условию: $Q_k \geq 60 \cdot \sum a_{1(n)}$.

Усредняющий бункер целесообразно применять в том случае, когда поступающая расчетная эксплуатационная нагрузка на выработку больше, чем техническая производительность конвейера ($Q_э > Q_k$), а максимальный минутный грузопоток больше приемной способности ($a'_{\max} > \gamma \cdot Q_{кпр}$), и оборудование выработки более мощным конвейером не представляется возможным.

Необходимая вместимость усредняющего бункера зависит от производительности разгрузки бункера (т. е. производительности подбункерного питателя) $Q_{бу}$.

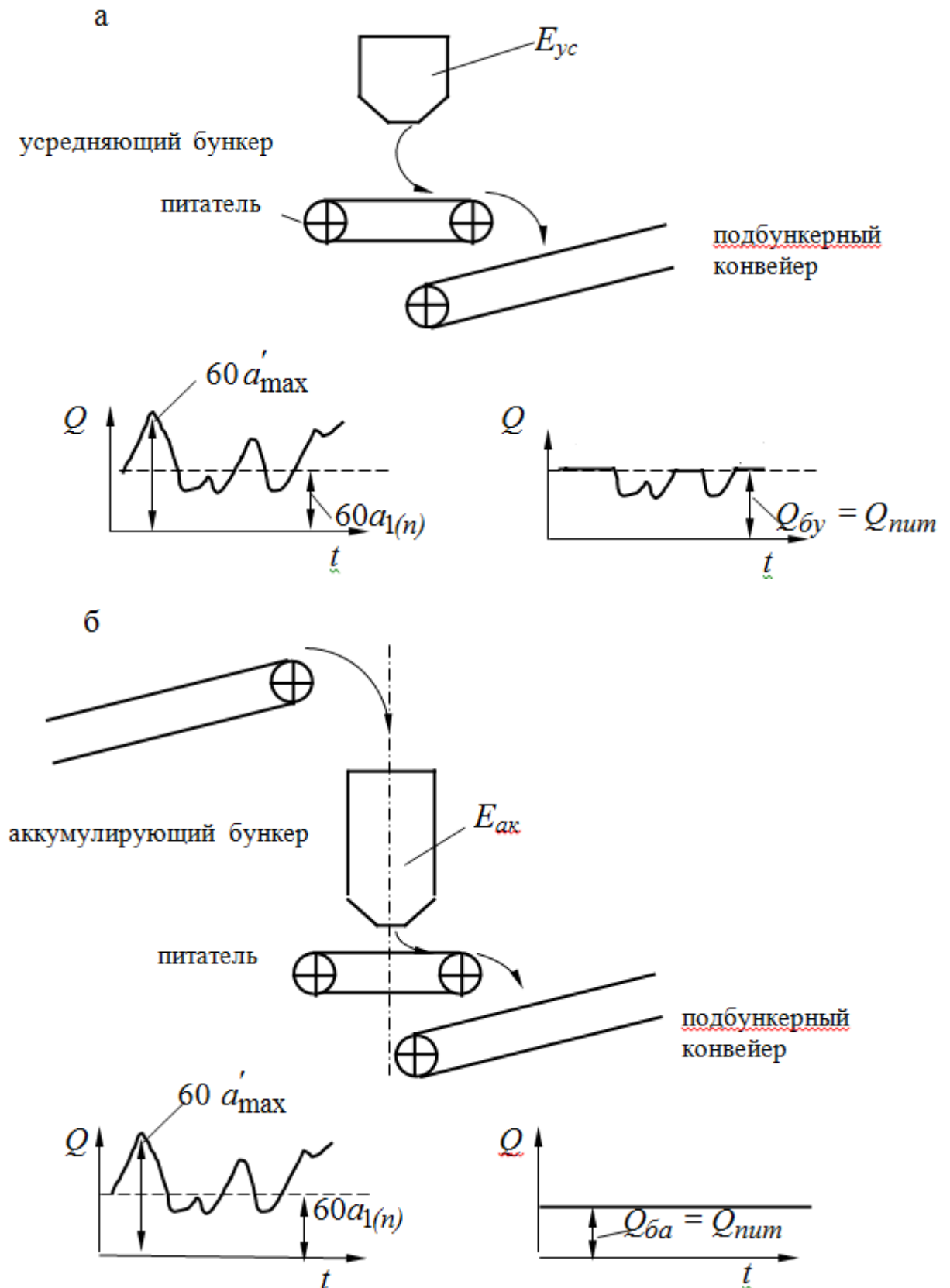


Рис. 3. Установка бункера в конвейерной линии и его влияние на сглаживание неравномерности грузопотока:
а – усредняющего; б – аккумулирующего

Производительность разгрузки усредняющего бункера определяют для различных ситуаций следующим образом:

$$\left. \begin{array}{l} 1. Q_{\text{э}} < Q_k, \\ a'_{\text{max}} > \gamma \cdot Q_{k_{np}}, \end{array} \right\} Q_{\text{бу}} = 60 \cdot \gamma \cdot Q_{k_{np}}, \text{ Т/ч};$$

$$\left. \begin{array}{l} 2. Q_{\text{э}} > Q_k \\ a'_{\text{max}} \leq \gamma \cdot Q_{k_{np}}, \end{array} \right\} Q_{\text{бу}} = Q_k, \text{ Т/ч};$$

$$\left. \begin{array}{l} 3. Q_{\text{э}} > Q_k \\ a'_{\text{max}} > \gamma \cdot Q_{k_{np}}, \end{array} \right\} Q_{\text{бу}} = Q_k, \text{ Т/ч}.$$

Следовательно, значение производительности разгрузки усредняющего бункера может изменяться в пределах:

$$60 \cdot \gamma \cdot Q_{k_{np}} \geq Q_{\text{бу}} \cdot Q_{\text{э}}.$$

Вместимость усредняющего бункера, зависящую от минутного коэффициента неравномерности поступающего грузопотока и глубины усреднения (сглаживания), характеризуемой коэффициентом δ , определяют по формулам

$E_{yc} = k_{\delta} \cdot a_{1(n)}, \text{ Т}$	для грузопотока, поступающего из одного очистного забоя
$E_{yc} = k_{\delta} \cdot \sum a_{1(n)}, \text{ Т}$	для грузопотоков, поступающих из двух и более забоев

где k_{δ} – расчетный коэффициент, применяемый по табл. 2 в зависимости от коэффициента неравномерности k_1 поступающего (-их) грузопотока (-ов) и глубины усреднения δ .

$\delta = \frac{a'_{\max} - Q_{\delta y} / 60}{a'_{\max} - a_{1(m)}} \cdot 100$	для грузопотока, поступающего из одного очистного забоя
$\delta = \frac{a'_{\max \Sigma} - Q_{\delta y} / 60}{a'_{\max \Sigma} - \sum a_{1(m)}} \cdot 100$	для грузопотоков, поступающих из двух и более забоев

Таблица 2

Значения расчетного коэффициента k_6

Минутный коэффициент неравномерности поступающего в бункер грузопотока k_1	Относительная глубина усреднения (сглаживания) грузопотока δ , %			
	25	50	75	100
1,2	2,0	2,0	2,0	3,0
1,6	2,0	2,0	3,0	7,0
2,0	2,0	2,0	5,0	10,0
2,04	2,0	2,0	6,0	12,0
2,8	2,0	3,0	7,0	15,0

В качестве емкости может быть использован горный бункер, оборудованный питателем (выбирают питатель по табл. 4–6 прил. 3), или механизированный бункер (принимают по табл. 3 прил. 3).

Усредняющие (сглаживающие) бункеры рекомендуют сооружать в участковых конвейерных линиях ближе к очистному или подготовительному забою [3].

4.2. Аккумулирующий бункер

Предназначен для глубокого усреднения поступающего грузопотока (т. е. коэффициент неравномерности равен единице, см. рис. 3) или для аварийного аккумуляирования груза с целью компенсации (исключения) простоев по вине транспорта.

Аккумулирующие бункеры подразделяют на два вида: горные, представляющие собой вертикальную выработку, и механизированные, представляющие собой реверсивный конвейер (например скребковый) с высокими бортами.

Горные бункеры рекомендуют применять во всех случаях, если это не ограничивается отсутствием необходимого перепада высот между точками загрузки и выгрузки материала, малым сроком службы, требованиями к сортности угля и физико-механическими свойствами транспортируемого угля, свойствами боковых пород, горным давлением и экономическими факторами [3].

Механизированные бункеры в качестве аккумулирующих следует применять в конвейерных линиях у подготовительных забоев для разделения потоков угля и породы при подаче в систему магистрального транспорта, а также для аккумулирования легкослеживающейся горной массы или породы. Технические характеристики механизированных бункеров приведены в табл. 3 прил. 3.

Минимальную вместимость аккумулирующего бункера, установленного в конвейерной линии с целью глубокого усреднения грузопотока, определяют по формуле

$$E_{ак} \geq c \cdot A_{см},$$

где c – расчетный коэффициент, учитывающий число конвейеров в подбункерной линии; $c = 0,1$ – сквозной бункер при числе конвейеров в подбункерной линии – 1–2; $c = 0,12$ – сквозной бункер при числе конвейеров в подбункерной линии – 3 и более.

Вместимость аварийного аккумулирующего бункера, установленного в конвейерной линии еще и с целью компенсации простоев по вине транспорта, определяют по табл. 3.

Производительность разгрузки аккумулирующего бункера задают питателем, который перекрывает выпускное отверстие.

Если подбункерный конвейер загружается грузопотоком из одного аккумулирующего бункера, то производительность его разгрузки равна допустимой производительности конвейера.

$$Q_{ба} = Q_{пит} = Q_{энк},$$

где $Q_{энк}$ – допустимая для заданных условий (L_k – действительная длина конвейера; β – угол наклона установки). Величину $Q_{энк}$ можно определить по графику применимости конвейера [2, 4].

Таблица 3

Необходимая вместимость аккумулирующих (аварийных) бункеров $E_{ак}$
на стыках звеньев конвейерного транспорта, т

Величина среднесмен- ного грузопо- тока, посту- пающего в бункер, т	Заданный уровень снижения простоев									
	0,40	0,50	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
150–300	6–12	10–20	13–25	14–28	15–30	18–35	20–40	24–48	30–60	35–70
300–400	12–20	20–30	25–38	28–41	30–45	35–55	40–60	50–70	60–80	70–100
450–600	20–25	30–40	40–50	45–55	50–65	55–70	50–80	70–95	90–120	110–150
600–750	25–35	35–50	35–40	55–70	60–75	70–90	80–100	95–120	100–140	130–180
750–900	30–45	45–60	45–60	70–80	75–90	85–105	100–120	110–140	130–180	170–220
900–1000	40–55	55–70	55–70	85–96	90–105	100–120	110–140	130–160	150–200	200–270
1000–1250	45–60	60–80	60–80	90–120	100–130	120–140	130–160	150–200	190–250	250–310
1250–1500	50–75	75–100	75–100	120–140	130–150	140–170	170–200	190–240	240–320	320–380
1500–1750	65–80	80–110	80–110	140–160	150–175	175–200	190–230	220–270	70–360	360–450
1750–2000	75–100	110–130	110–130	160–180	170–200	200–230	230–270	270–310	310–400	400–510
2000–2250	90–120	120–150	120–150	180–200	200–230	230–260	260–300	300–350	350–450	460–570
2250–2500	100–130	130–170	130–170	200–230	230–250	250–290	290–330	330–390	400–500	500–640
2500–2750	110–150	150–190	150–190	230–250	250–280	280–320	320–360	360–430	450–60	600–700
2750–3000	130–170	170–200	170–200	250–280	280–300	300–350	350–400	400–470	500–650	650–800
3000–4000	140–200	200–250	200–250	280–360	300–400	350–450	480–550	550–650	600–800	800–1000
4000–5000	180–250	250–330	250–330	380–450	400–500	480–580	540–650	650–800	700–900	900–12000

Если на конвейер одновременно поступают грузопотоки из нескольких бункеров, то производительность разгрузки бункеров $Q_{ба_i}$ следует определять по формуле

$$Q_{ба_i} = \frac{Q_{эпк} \cdot L_{\kappa} \cdot A_{см_i}}{\sum_{i=1}^n l_i \cdot A_{см_i}},$$

где $A_{см_i}$ – среднесменная добыча (нагрузка), поступающая в i -й бункер, т; l_i – длина отрезка подбункерного конвейера, на который действует соответствующее значение производительности разгрузки (расстояние от точки разгрузки i -го бункера до головной части подбункерного конвейера), м; n – число бункеров, загружающих подбункерный конвейер.

Тип питателя, устанавливаемого под аккумулирующим бункером, принимают по табл. 4–6 прил. 3 согласно условию.

4.3. Выбор подбункерного ленточного конвейера

4.3.1. Определение минутных грузопотоков, поступающих на подбункерный конвейер

Возможны два варианта: подбункерный конвейер загружается из одного аккумулирующего бункера или из нескольких. Максимальный минутный и средний грузопотоки, поступающие из аккумулирующего бункера (бункеров), равны между собой, так как задаются производительностью питателя (питателей) (см. рис. 3, б):

- для первого варианта

$$a_{\max_{\delta}} = a_{1(n)\delta} = \frac{\gamma \cdot Q_{\text{num}}}{60}, \text{ Т/МИН};$$

- для второго варианта

$$a =_{\max_{\Sigma}} a_{1(n)\delta} = \frac{\gamma \cdot (Q_{\text{num}_1} + Q_{\text{num}_2} + \dots + Q_{\text{num}_n})}{60}, \text{ Т/МИН.}$$

4.3.2. Выбор параметров подбункерного ленточного конвейера

По [1, табл. 7.9] или по табл. 7 прил. 2 определяем параметры подбункерного ленточного конвейера (B и V), которые обеспечат необходимую приемную способность согласно условию:

- для первого варианта $a_{\max_{\bar{\sigma}}} \leq \gamma \cdot Q_{\text{кпр}}$, т/мин;
- для второго варианта $a_{\max_{\Sigma}} \leq \gamma \cdot Q_{\text{кпр}}$, т/мин.

В соответствии с принятыми параметрами B и V и условиями эксплуатации по [1, табл. 13.1] и табл. 1 прил. 3 ориентировочно выбираем марку конвейера.

4.3.3. Определение эксплуатационной нагрузки на подбункерном конвейере

Эксплуатационная нагрузка на подбункерный конвейер может быть сформирована различными грузопотоками: от бункеров, очистных или подготовительных забоев.

Наиболее простой случай – эксплуатационная нагрузка на подбункерный конвейер поступает непосредственно из бункера (рис. 4, а) или из бункера через предыдущий конвейер (рис. 4, б).

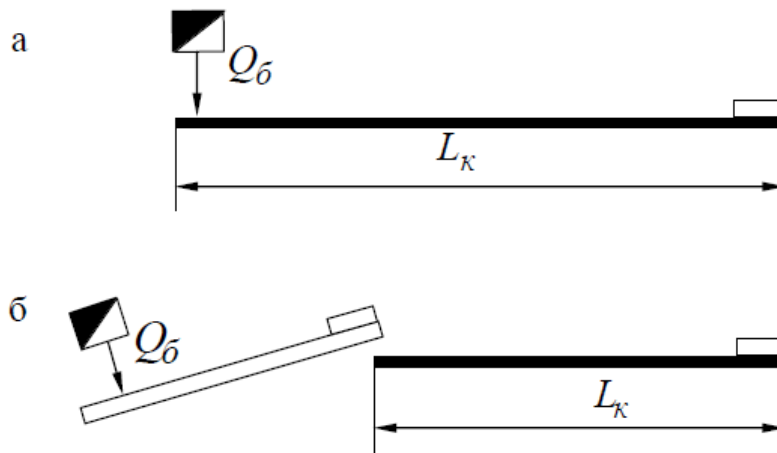


Рис. 4. Формирование грузопотока на подбункерном ленточном конвейере: а – непосредственно из бункера; б – из бункера через предыдущий конвейер

Для этого случая эксплуатационная нагрузка на подбункерный конвейер $Q_э$ равна производительности разгрузки бункера $Q_б^*$, которая задается производительностью принятого под бункером питателя $Q_{пит}$, т. е. $Q_э = Q_б \geq Q_{пит} \cdot \gamma$.

В случае, когда на подбункерный конвейер поступают грузопотоки из нескольких бункеров (рис. 5), для него определяют приведенную эксплуатационную нагрузку:

$$Q_{э(привед)} = \frac{Q_{э1} \cdot l_1 + Q_{э2} \cdot l_2 + \dots + Q_{эn} \cdot l_n}{L}, \text{ т/ч.}$$

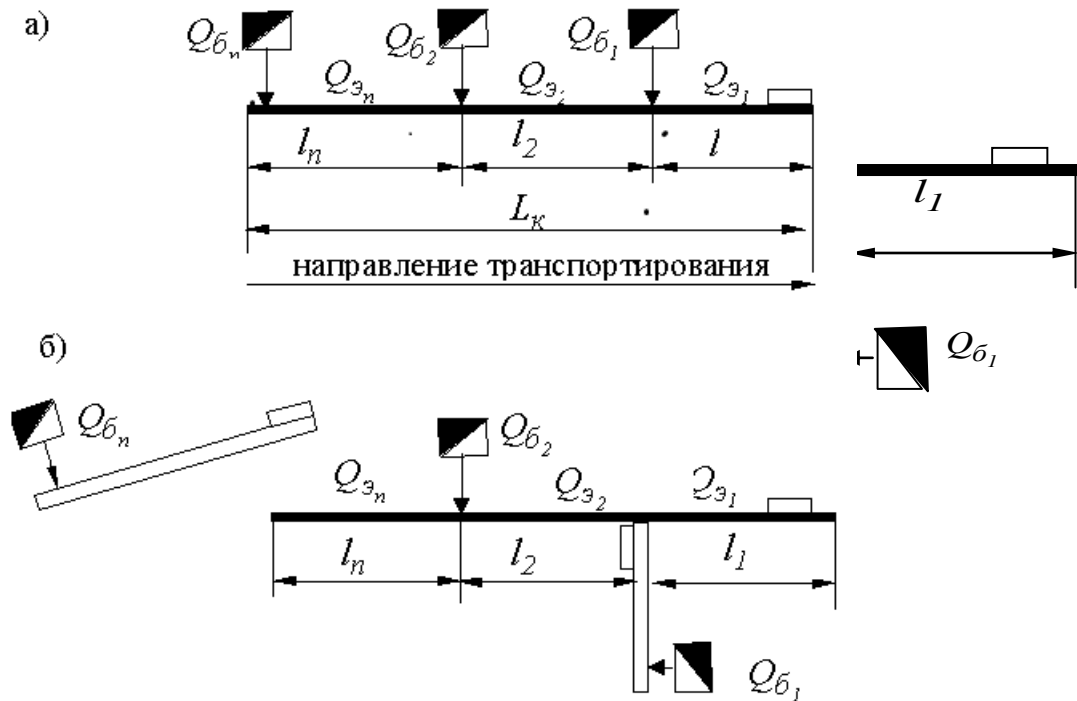


Рис. 5. Формирование грузопотока из нескольких бункеров на подбункерном ленточном конвейере:

а – непосредственно из бункеров;

б – непосредственно из бункеров и через отдельный конвейер,

*Т. е. в формулы подставляют вместо $Q_б$ производительность питателя, установленно-го под бункером $Q_{пит} \cdot \gamma$.

где $Q_{эn} = Q_{бn}$ – эксплуатационная нагрузка на n -м участке;

$Q_{э2} = Q_{б1} + Q_{б2}$ – эксплуатационная нагрузка на 2-м участке;

$Q_{э1} = \sum_{i=1}^n Q_{бi}$ – эксплуатационная нагрузка на 1-м участке. Наиболее

общим является случай, когда эксплуатационная нагрузка на ленточный конвейер формируется грузопотоками от очистных и подготовительных забоев, а также грузопотоками из бункеров (рис. 6).

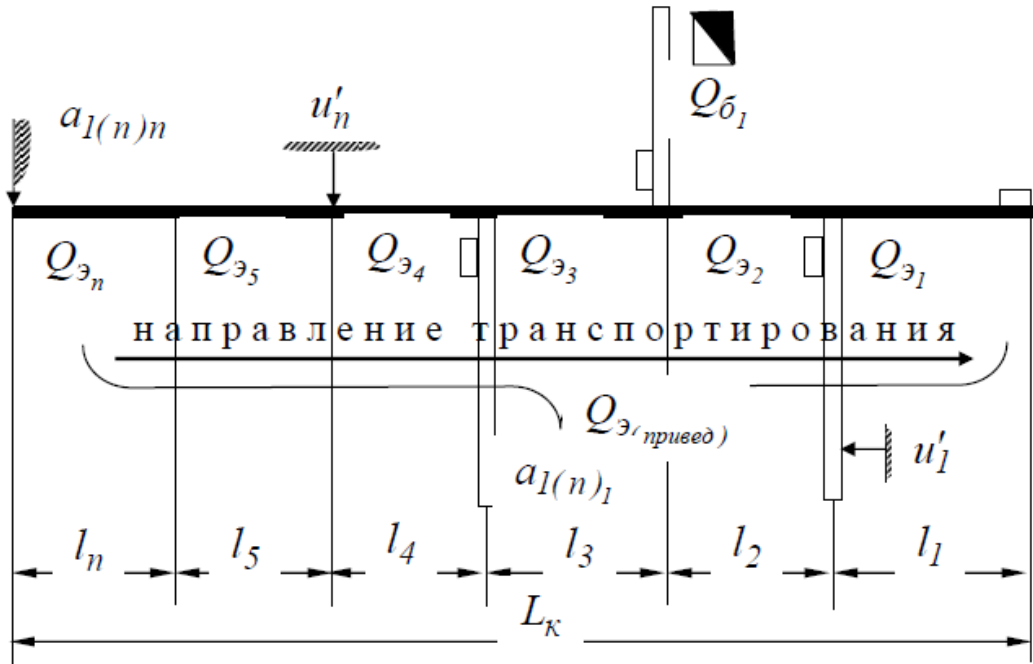


Рис. 6. Формирование эксплуатационной нагрузки от различных грузопотоков: из очистных и подготовительных забоев и бункеров

Для этого случая определяют приведенную эксплуатационную нагрузку

$$Q_{э(привед)} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{эi} \cdot l_i}{L_k}, \text{ т/ч}$$

где $Q_{э_n} = 60 \cdot a_{l(n)_n} \cdot k_{t(l_n)}$ – эксплуатационная нагрузка от очистного забоя на n -м участке, т/ч; $Q_{э_5} = 60 \cdot a_{l(n)_n} \cdot k_{t(l_5)} + Q_{б_n}$ – эксплуатационная нагрузка от очистного забоя и бункера на 5-м участке, т/ч; $Q_{э_4} = 60 \cdot (a_{l(n)_n} \cdot k_{t(l_4)} + u'_n) + Q_{б_n}$ – эксплуатационная нагрузка от очистного и подготовительного забоев и бункера на 4-м участке, т/ч; $Q_{э_3} = 60 \cdot (\sum_{i=1}^n a_{l(n)_i} \cdot k_{t(l_3)} + u'_n) + Q_{б_n}$ – эксплуатационная нагрузка от нескольких очистных и подготовительных забоев и бункера на

3-м участке, т/ч; $Q_{э2} = 60 \cdot \left(\sum_{i=1}^n a_{1(n)i} \cdot k_{t(l_2)} + u'_n \right) + \sum_{i=1}^n Q_{\delta_i}$ – эксплуатаци-

онная нагрузка от нескольких очистных и подготовительных забоев и нескольких бункеров, действующих на 2-м участке конвейера, т/ч;

$Q_{э1} = 60 \cdot \left(\sum_{i=1}^n a_{1(n)i} \cdot k_{t(l_1)} + \sum_{i=1}^n u'^i \right) + \sum_{i=1}^n Q_{\delta_i}$ – эксплуатационная нагрузка

от нескольких очистных и подготовительных забоев и нескольких бункеров, действующих на 1-м участке конвейера, т/ч.

4.3.4. Установление допустимой длины подбункерного ленточного конвейера

По графику применимости [2, 3, 4] ориентировочно принятого конвейера по эксплуатационной нагрузке $Q_{э(привед)}$ и углу установки β определяем допустимую длину конвейера $L_{кдоп}$.

4.3.5. Принятие окончательного решения

Окончательное решение принимается на основании сравнения допустимой длины конвейера $L_{кдоп}$ с длиной выработки $L_{выр}$, в которой планируется установка конвейера. Если $L_{кдоп} > L_{выр}$, то решение следующее: применяем конвейер _____ к установке на всю длину выработки.

Если $L_{кдоп} < L_{выр}$, то решений три:

- первое решение – установить в данной выработке два (или n) конвейера $L_{кдоп} = L_{выр} / 2$;

- второе решение – рассмотреть вариант установки более мощного конвейера с той же или большей шириной ленты;

- третье решение – уменьшить нагрузку на конвейер за счет установки питателя с меньшей производительностью (если позволяет вместимость бункера).

Правильность выбора подбункерного конвейера подтверждается выполнением условий:

$$0,5 \leq R_{np} < 1; \quad 0,5 \leq R_s < 1 \quad (\text{см. с. 15}).$$

5. ПРИМЕР РАСЧЕТА КОНВЕЙЕРНОЙ СХЕМЫ ТРАНСПОРТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ГОРНЫХ АККУМУЛИРУЮЩИХ БУНКЕРОВ

Расчет части конвейерной схемы транспорта (рис. 7) до места расположения аккумулирующего бункера приведен в пп. 2 и 3 настоящих методических указаний.

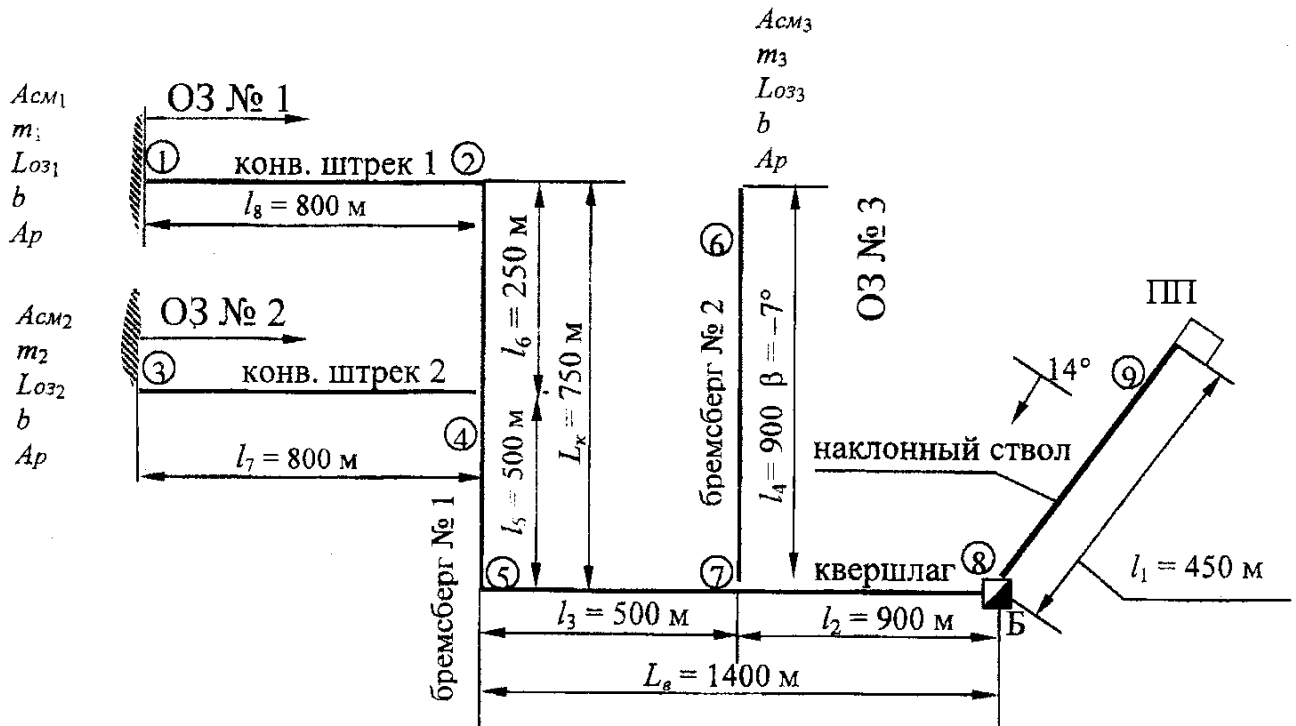


Рис. 7. Схема конвейерного транспорта
с аккумулирующим горным бункером

Вместимость аккумулирующего бункера (минимальная)

$$E_{ак} = c_1 \cdot A_{см} = 0,1 \cdot (550 + 500 + 700) = 175, \text{ т.}$$

Принимаем $E_{ак} = 500$ т (вместимость бункера принимают больше, если позволяют горнотехнические условия и экономическая целесообразность).

В аккумулирующий бункер поступает грузопоток с конвейера, установленного на участке 5–8. Характеристики грузопотока следующие:

$$a_{\max\Sigma} = 9,75 \text{ т/мин (см. с. 20); } a_{1(n)\Sigma} = 8,42 \text{ т/мин (см. с. 21).}$$

Для обеспечения глубокого усреднения грузопотока производительность разгрузки аккумулирующего бункера должна обеспечивать пропуск среднего грузопотока, т. е.

$$Q_{\bar{a}} = 60 \cdot a_{1(n)\Sigma} = 60 \cdot 8,42 = 505, \text{ т/ч.}$$

Производительность разгрузки аккумулирующего бункера задается питателем. Причем при выборе питателя должно выполняться условие $Q_{\text{пит}} \gamma \leq Q_{\bar{a}}$.

По табл. 4, 5, 6 прил. 3 выбираем питатель ПЛ-8, у которого $Q_{\text{пит}} = 500 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Минутный грузопоток на участке 8–9 составит

$$a_{\text{max}\bar{\sigma}} = a_{1(n)\bar{\sigma}} = \frac{\gamma \cdot Q_{\text{пит}}}{60} = \frac{0,85 \cdot 500}{60} = 7,08, \text{ т/мин.}$$

По [1, табл. 7.9] или по табл. 7 прил. 2 находим параметры подбункерного конвейера, которые обеспечили выполнение условия

$$\gamma \cdot Q_{\text{кпр}} > a_{\text{max}\bar{\sigma}}.$$

Приемная способность $Q_{\text{кпр}} = 9,7 \text{ м}^3/\text{мин} = 8,25 \text{ т/мин}$ обеспечивается параметрами конвейера:

$B = 800 \text{ мм}$ – ширина ленты;

$V = 2,5 \text{ м/с}$ – скорость.

В соответствии с принятыми параметрами и с учетом места установки по [1, табл. 13.2] или по табл. 1 прил. 3 выбираем ориентировочно ленточный конвейер 2Л80У-01.

Эксплуатационная нагрузка на этот конвейер составит

$$Q_9 = 60 \cdot a_{1(n)\bar{\sigma}} \cdot k_1, \text{ т/ч.}$$

Расчетный коэффициент нагрузки определяем по [1, табл. 6.4] или по табл. 6 прил. 2 по предварительно определенным величинам k_1 и t_k .

$$k_1 = \frac{a_{\text{max}\bar{\sigma}}}{a_{1(n)\bar{\sigma}}} = \frac{7,08}{7,08} = 1;$$

$$t_k = \frac{l_1}{60 \cdot V_{\text{л}}} = \frac{450}{60 \cdot 2,5} = 3,0, \text{ мин};$$

$$k_t = 1,14$$

Тогда

$$Q_{\text{э}} = 60 \cdot 7,08 \cdot 1,14 = 484, \text{ т/ч.}$$

По графику применимости конвейера 2Л80У-01 [2, 3, 4] при $Q_{\text{э}} = 484$ т/ч и $\beta = 14^\circ$ допустимая по мощности и прочности тягово-го органа допустимая длина конвейера составит 270 м.

Так как $L_{\text{клон}} < l_1$ ($270 < 450$) принимаем решение: установить в наклонном стволе два конвейера 2Л80У-01 длиной 225 м каждый.

Правильность выбора подтверждается

$$R_{\text{пр}} = \frac{a_{\text{maxб}}}{\gamma \cdot Q_{\text{кпр}}} = \frac{7,08}{0,85 \cdot 10,2} = 0,82 \quad 0,5 \leq 0,82 \leq 1;$$

$$R_{\text{э}} = \frac{Q_{\text{э}}}{Q_{\text{эдон}}} = \frac{484}{540} = 0,9 \quad 0,5 \leq 0,9 < 1.$$

Список рекомендуемой литературы

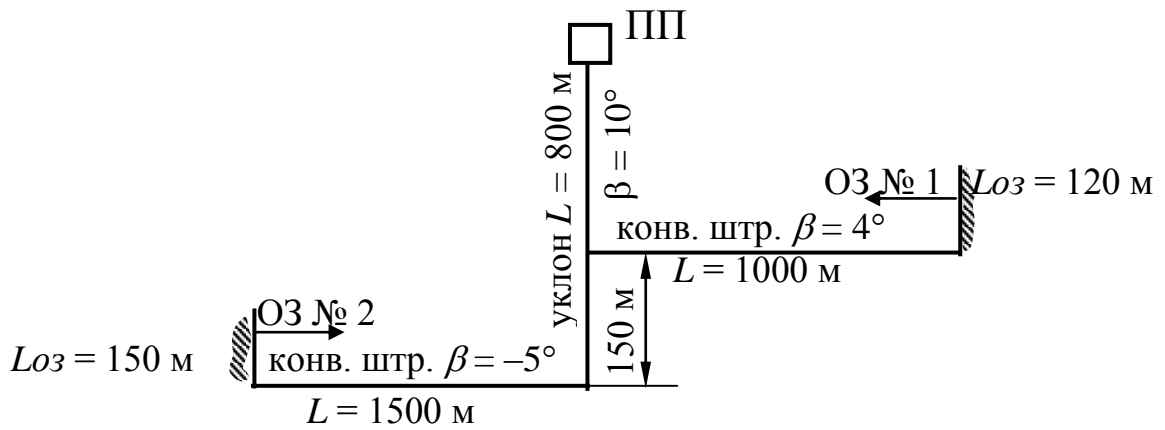
1. Справочник. Подземный транспорт шахт и рудников / под общ. ред. Г. Я. Пейсаховича, И. П. Ремизова. – Москва: Недра, 1985. – 565 с.
2. Руководство по эксплуатации подземных ленточных конвейеров в угольных и сланцевых шахтах. – Москва: ИГД им. А. А. Скочинского, 1995. – 252 с.
3. Основные положения по проектированию подземного транспорта новых и действующих шахт. – Москва: ИГД им. А. А. Скочинского, 1986. – 355 с.
4. Юрченко В. М. Методика выбора ленточного конвейера по графикам применимости : учеб. пособие по курсовому и дипломному проектированию / В. М. Юрченко; КузГТУ. – Кемерово, 2013. – 90 с. <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91178&type=utchposob:common>

Задания для самостоятельной работы

Схема транспорта	Мощность пласта m , м	Суточная нагрузка на забой	
		ОЗ № 1	ОЗ № 2
1. Рис. 1, а	0,8	500	800
2. Рис. 1, б	0,8	500	800
3. Рис. 1, в	0,8	500	800
4. Рис. 1, а	1,0	800	1100
5. Рис. 1, б	1,0	800	1100
6. Рис. 3, в	1,0	800	1100
7. Рис. 1, а	1,2	1000	1300
8. Рис. 1, б	1,2	1000	1300
9. Рис. 1, в	1,2	1000	1300
10. Рис. 1, а	1,4	1200	1500
11. Рис. 1, б	1,4	1200	1500
12. Рис. 1, в	1,4	1200	1500
13. Рис. 1, а	1,6	1500	1800
14. Рис. 1, б	1,6	1500	1800
15. Рис. 1, б	1,6	1500	1800
16. Рис. 1, а	1,8	2000	2300
17. Рис. 1, б	1,8	2000	2300
18. Рис. 1, в	1,8	2000	2300
19. Рис. 1, а	2,0	2500	2800
20. Рис. 1, б	2,0	2500	2800
21. Рис. 1, в	2,0	2500	2800
22. Рис. 1, а	2,5	3000	3500
23. Рис. 1, б	2,5	3000	3500
24. Рис. 1, в	2,5	3000	3500
25. Рис. 1, а	3,0	3500	3800
26. Рис. 1, б	3,0	3500	3800
27. Рис. 1, в	3,0	3500	3800
28. Рис. 1, а	3,5	4000	4300
29. Рис. 1, б	3,5	4000	4300
30. Рис. 1, в	3,5	4000	4300
31. Рис. 1, а	4,0	4500	4800
32. Рис. 1, б	4,0	4500	4800
33. Рис. 1, в	4,0	4500	4800
34. Рис. 1, а	4,5	5000	5500
35. Рис. 1, б	4,5	5000	5500
36. Рис. 1, в	4,5	5000	5500

Порядок выполнения задания:

- 1) согласно варианту задания (табл. 1 прил. 1) подобрать оборудование комплексно-механизированных забоев (табл. 1 прил. 2 и [1]);
- 2) рассчитать грузопотоки от комплексно-механизированных забоев;
- 3) выбрать оборудование конвейерного транспорта (табл. 1 прил. 3 и [1, 2]).



б



в



Рис. 1. Технологическая схема транспорта: а – участковая; б – участковая с магистральной выработкой; в – участковая с магистральной выработкой и аккумуляющим горным бункером

Таблица 1

Технические характеристики оборудования для комплексно-механизированных забоев [2]

Тип механизированного комплекса	Мощность пласта, м	Угол падения пласта, град	Тип комбайна	Ширина захвата, м	Производительность, т/мин	Скорость подачи, м/мин	Тип скребкового конвейера	Производительность, т/мин	Скорость движения V_k , м/с
КМК-97	0,7–0,9 0,85–1,3	0–15	МК-67 1К101	0,8 0,63	2,5	0–6,0 4,5	СП-63М СП-64	5,0 4,9	0,8; 1,1
КМ-87Э	1,1–1,4 1,3–1,9	0–15 0–10	2К-52М 1ГШ-68	0,63	2,35 5,5	5,5 6,0	СПМ-87Д	7,5	1,12
КМ-87П	1,1–1,4 1,3–1,9	0–15	2К-52	0,63	2,35	4,4	СПМ-87П	6,8	1,0; 1,4
КМ-87ДН	1,15–1,45 1,35–1,95	0–35	2К-52М 1ГШ-68	0,63	2,35 5,5	5,5 6,0	СПМ-87ДН СП-87П	7,5	1,12
1КМ-87УМ	1,05–1,38	0–20	РКУ-10 1К101У 2К-52М	0,63	4,0–6,0 2,5 2,35	0–10,0 4,4 5,5	СП-87П	6,66; 7,7 8,4; 10,0	1,0; 1,12 1,25; 1,4
КМ-88	1,0–1,3	0–15	РКУ-10	0,63	4,0–6,0	0–10,0	СП-87П	6,66; 7,7 8,4; 10,0	1,0; 1,12 1,25; 1,4
2КМ-81Э	2,2–3,4	0–12	КШЗМ	0,5; 0,63	6,0	5,5	КМ8-02БМ	6,7	1,12
КМ-130 (П1600)	2,53–3,2	0–35	КШЗМ РКУ-13	0,5; 0,63 0,63	6,0 5,0–7,0	5,5 0–10,0	СПМ-130 СП-87П	11,0; 14,0 7,7	1,3 1,12
КМЕ-130 (П2000)	1,6–2,8	0–35	РКУ-16	0,63	5,0–7,0	0–10,0	СУОКП	5,0; 6,33	0,93; 1,17
КМЕ-130 (П2000)	1,8–3,77	0–35	РКУ-20	0,5; 0,63	8,0–10,0	0–10,0	2УКП	8,0; 10,0	0,93; 1,17
КМЕ-130 (П2400)	1,8–4,54	0–35	РКУ-25	0,5; 0,63	8,0–10,0	0–8,0	СП-301	12,2; 15,25 16,3; 19,45	1,02; 1,25 1,34; 1,52

Продолжение табл. 1

Тип механизированного комплекса	Мощность пласта, м	Угол падения пласта, град	Тип комбайна	Ширина захвата, м	Производительность, т/мин	Скорость подачи, м/мин	Тип скребкового конвейера	Производительность, т/мин	Скорость движения V_k , м/с
КМ-138	1,0–1,82 1,25–2,2 1,6–2,6	0–35	РКУ-10 РКУ-13 РКУ-16	0,63	4,0–6,0 5,0–7,0 5,0–7,0	0–10,0	СП87П СП87П СУОКП	6,66; 7,7 8,4; 10,0 8,0; 10,0	1,0; 1,12 1,25; 1,4 0,93; 1,24
КМ-142	2,0–4,5	0–35	РКУП25	0,5	8,0; 10,0	0–5,0	СП301	10,0; 12,6 14,0; 15,5 16,5	0,8; 1,06 1,12; 1,24 1,38
4КМ-130	2,8–4,15	0–35	2КШЗ КШЗМ	0,5; 0,63	12,0 6,0	0–8,0 5,5	СП301	10,0; 12,6 14,0; 15,5 16,5	0,8; 1,06 1,12; 1,24 1,38
2КМТ	1,35–2,0	0–35	РКУ-10 РКУ-13 2К-52М 1ГШ68	0,63	4,0–6,0 5,0–7,0 2,35 5,5	0–10,0 0–10,0 5,5 6,0	СП87П	6,66; 7,7 8,4; 10,0	1,0; 1,12 1,25; 1,4
4КМТ-130	2,8–4,0	0–35	2КШЗ	0,5; 0,63	12,0	0–8,0	СП301 (СПМ130)	10,0; 12,6 14,0; 15,5 16,5 11,0; 14,0	0,8; 1,06 1,12; 1,24 1,38 1,3; 1,6
ОКП	2,1–2,45 2,4–3,0	0–12	КШ1КГ КШЗМ	0,63 0,5; 0,63	3,0 6,0	6,0 5,5	СУОКП	8,0; 10,0	0,93; 1,24
3ОКП	2,75–3,5	0–20	КШЗМ	0,5; 0,63	6,0	5,5	СУОКП	8,0; 10,0	0,93; 1,24
1ОКП-70	1,9–2,6	0–35	1ГШ-8	0,63	5,5	6,0	СУОКП-70	9,3; 12,2	1,1; 1,24
1ОКП-70Е	1,9–2,6	0–30	РКУ-13 РКУ-16	0,63	5,0–7,0	0–10,0	СП-87П СУОКП	6,66; 7,7 8,4; 10,0 8,0; 10,1	1,0; 1,12 1,25; 1,4 0,93; 1,24

Продолжение табл. 1

Тип механизированного комплекса	Мощность пласта, м	Угол падения пласта, град	Тип комбайна	Ширина захвата, м	Производительность, т/мин	Скорость подачи, м/мин	Тип скребкового конвейера	Производительность, т/мин	Скорость движения V_k , м/с
2ОКП-70	2,3–3,5	0–35	1ГШ-68 КШЗМ 2КШ	0,63	5,0 6,0 6,0	6,0 5,5 5,0	СУОКП-70	9,33; 12,2	1,1; 1,24
2ОКП-70Б	2,3–3,5	0–35	РКУ-16 2РКУП-0	0,63 0,5; 0,63	5,0–7,0 5,0–10,0	0–10,0 0–10,0	СУОКП 2УКП-02	8,0; 10,0 8,0; 10,0	0,93; 1,24 0,93; 1,17
3ОКП-70	2,8–4,0	0–30	2КШЗ	0,5; 0,63		0–8,0	СУОКП-70	9,3; 10,0	1,1; 1,24
3ОКП-70Б	2,8–4,0	0–30	РКУ-16 2РКУП-20 РКУП-25 2КШЗ	0,63 0,5; 0,63 0,5; 0,63 0,5; 0,63	5,0–7,0 5,0–10,0 8,0–10,0 6,0	0–10,0 0–10,0 0–8,0 0–8,0	СУОКП 2УКП-02 СП-301 СУОКП-70	8,0; 10,0 8,0; 10,0 10,0; 16,5 9,33; 12,2	0,93; 1,24 0,93; 1,17 0,8; 1,38 1,1; 1,24
4ОКП-70	1,6–2,2	0–30	1ГШ-68	0,63	5,5	6,0	СУОКП-70	9,33; 12,2	1,1; 1,24
4ОКП-70Б	1,7–2,2	0–35	РКУ-13 РКУ-16 2ГШ-68Б	0,63 0,63 0,63	5,0–7,0 5,0–7,0 2,5–2,8	0–10,0	СП-87П	6,66; 7,7 8,4; 10,0	1,0; 1,12 1,25; 1,4
							СУОКП-70	9,33; 12,2	1,1; 1,24
1МКМ	1,4–1,75	0–15	КШ1КГ 1ГШ-68	0,63 0,63	3,0 5,5	0–6,0 6,0	КИЗМ	3,33	0,92
2МКЭ	1,6–2,2	0–15	КШКГ	0,63	3,0	6,0	2КИЗ СУ2МКЭ	3,3 3,5; 4,4	0,92 0,93; 1,17
МК-75	1,65–2,2	0–35	1ГШ-68	0,63	5,5	6,0	СУМК-75	10,0	0,92; 1,17
МК-75Б	1,6–2,2	0–35	РКУ-13 РКУ-16 2ГШ-68Б	0,63 0,63 0,5	5,0–7,0	0–10,0	СП-87П СУОКП СУМК75	6,66; 10,0 8,0; 10,0 10,0	1,0; 1,4 0,93; 1,24 1,17

Продолжение табл. 1

Тип механизированного комплекса	Мощность пласта, м	Угол падения пласта, град	Тип комбайна	Ширина захвата, м	Производительность, т/мин	Скорость подачи, м/мин	Тип скребкового конвейера	Производительность, т/мин	Скорость движения V_k , м/с
1УКП	1,2–2,5	0–35	РКУ-10 РКУ-13 РКУ-16 1ГШ-68	0,63	4,0–6,0 5,5 5,5	0–10,0 0–10,0 0–10,0 6,0	СП-87П СП-87П СУОКП СП202У	6,66; 7,7 8,4; 10,0 8,0; 10,0 7,6	1,0; 1,12 1,25; 1,4 0,93; 1,24 1,12
2УКП	2,4–4,2	0–18	1КШЭ 2КШЗ	0,5	6,8–8,1 6,0	0–5,7 0–8,0	УКПО2-СБ	8,0; 10,0	0,93; 1,17
2УКПЕ	2,4–4,5	0–18	2РКУП-20 РКУ-20 РКУП25	0,5 0,5 0,5; 0,63	5,0–10,0 5,0–10,0 8,0–10,0	0–8,0	2УКПО2 2УКПО2 СП-301	8,0; 10,0 12,2; 15,25 16,3; 19,45	0,93; 1,17 1,22; 1,25 1,34; 1,52
Ф1	1,6–2,25	0–18	Кольцевой Ф1	0,4	8,1–11,4	0,75–1,5	Ф1	12,0	1,8
ОКС2	2,2–3,5	0–8	ЗГШ68	0,63	8,0	0–6,0	СУОКС2	8,5	1,0
Пиома КК2743	2,7–4,2	0–24	КВБ-3 КВБ-6	–	–	8,3	Рыбник 76/р	13,0–14,0	1,14
Глиник ККБ1420	1,4–2,0	0–35	КВБЗРД96 КВБЗРД 4/20	0,63	–	0–7,4 0–3,7	Рыбник 80 Рыбник 80 Польтарак	8,33 8,66 9,0	0,84 0,97 1,13

Техническая характеристика выемочных машин

Тип комбайна	Ширина захвата комбайна b , м	Вынимаемая мощность пласта m , м	Скорость подачи комбайна V_{\max} , м/мин, рассчитанная по мощности привода при сопротивляемости пласта резанию A_p , Н/мм				Технически допустимая скорость подачи $V_{\max m}$, м/мин	Тип электродвигателя; мощность длительная (числитель) и часовая (знаменатель), кВт; момент максимальный стеновый, Н·м
			100	200	300	400		
1К101	0,8	0,8–1,2	4,5–3,9	2,7–1,8	1,5–1,0	–	4,5	ЭДК04-2М; 75/105; 1300
2К101	0,63	0,8–1,45	10,0	10,0–5,6	7,0–3,9	5,6–3,1	10,0	ЭКВ4-160; 160/160; 3000
	0,80	0,8–1,45	10,0–8,0	7,7–4,3	5,3–2,9	4,2–2,3	6,0	
МК67	0,80	0,8–1,2	6,0	4,6–3,7	3,2–2,8	2,6–1,7	6,0; 4,4	ЭДК04-Р-МК67; 65/115; 1700
2К52	0,63	1,0–1,7	6,0–4,8	4,0–2,2	2,7–1,6	2,1–1,2	6,0; 4,4	ЭДК04-2М; 75/105; 1300
2К52М	0,63	1,0–1,7	5,5	5,3–3,4	4,0–2,2	3,2–1,9	5,5; 4,4	ЭДК04-4М; 80/115; 2000
1ГШ68	0,63	1,1–2,5	6,0	6,0–5,5	6,0–2,8	4,6–2,0	6,0; 4,4	ЭКВ4У; 250/250; 4200
2ГШ68	0,63	1,1–2,5	10,0	10,0–8,2	9,0–5,4	7,5–3,1	10,0; 6,0	2×ЭКВ4-160; 320/320; 6000
КШ1КГ	0,63	1,6–3,2	4,1–2,2	1,7–0,8	0,8–0,4	–	6,0	ЭДК04-2М; 75/105; 1300
КШ3М	0,50; 0,63	1,6–3,2	5,5	3,6	2,0	1,4	5,5; 4,4	2×1ЭДКО-5Р; 210/290; 4500
2КШ3	0,50; 0,63	1,6–3,2	8,3	4,9	2,9	2,0	10,0; 5,0	2×ЭКВ 5-200-2У5; 400/400; 6000
К120	0,50	3,5–5,2	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	ЭКВ5-АТ; 160/160; 2300
РКУ10	0,63	1,0–1,8	4,8	–	–	–	10,2	ЭКВ4-200; 200/200; 3900
РКУ10-01	0,63	1,0–1,86	4,8	–	–	–	10,2	ЭКВ4-200; 200/200; 3900
РКУ10-02	0,63	1,25–1,93	4,8	–	–	–	10,2	ЭКВ4-200; 200/200; 3900
РКУ13	0,63	1,25–2,12	4,8	–	–	–	10,2	ЭКВ4-200; 200/200; 3900
РКУ16	0,63	1,6–2,5	4,8	–	–	–	10,2	ЭКВ4-200; 200/200; 3900

Продолжение табл. 2

Тип комбайна	Ширина захвата комбайна b , м	Вынимаемая мощность пласта m , м	Скорость подачи комбайна V_{\max} , м/мин, рассчитанная по мощности привода при сопротивляемости пласта резанию A_p , Н/мм				Технически допустимая скорость подачи $V_{\max m}$, м/мин	Тип электродвигателя; мощность длительная (числитель) и часовая (знаменатель), кВт; момент максимальный стендовый, Н·м
			100	200	300	400		
РКУ20	0,50; 0,63	1,8–4,54	4,8	–	–	–	10,2	2×ЭКВЭЖ 4-315; 630/630; 9200
РКУП10	0,63; 0,80	1,0–1,8	4,8	–	–	–	9,0	ЭКВЭЖ 4-200; 200/200; 3900
РКУП10-01	0,63; 0,80	1,12–1,86	4,8	–	–	–	9,0	ЭКВЭЖ4-315; 315/315; 4600
РКУП10-02	0,63; 0,8	0,25–0,93	4,8	–	–	–	9,0	ЭКВЭЖ 4-200; 200/200; 3900 ЭКВЭЖ4-315; 315/315; 4600
РКУП20	0,63	2,0–4,3	5,4	–	–	–	6,6	2×ЭКВЭЖ 4-315; 630/630; 9200
РКУП20-01	0,50	2,0–4,39	5,4	–	–	–	6,6	2×ЭКВЭЖ 4-315; 630/630; 9200
РКУП20-02	0,63	2,0–4,5	5,4	–	–	–	6,6	2×ЭКВЭЖ 4-315; 630/630; 9200
РКУП25	0,5; 0,63	2,0–4,54	5,4	–	–	–	6,6	2×ЭКВЭЖ 4-315; 630/630; 9200
1КШЭ	0,5; 0,63	2,0–4,2	–	–	–	–	5,2; 8,0	2×ЭКВ 5-200-2У5; 400/400; 6000
Струги								
1СОП	0,055; 0,085	0,5–1,0	102,0; 42,0	102,0; 42,0		–	–	2×ЭКВ4-УС2; 220/220;
УСТ2М	0,055; 0,085	0,55–1,0	89,0; 37,0	89,0; 37,0		–	–	2×ЭДКОФ250М4У-2,5; -/110;
СО75	0,055; 0,075	0,6–1,4	91,0; 46,0	91,0; 46,0		–	–	2×ЭКВ4-УС2; 220/220;
СО75М	0,055; 0,075	0,55–1,4	91,0; 46,0	91,0; 46,0		–	–	2×ЭКВ4-УС2; 220/220;
СН75	0,07	0,65–1,2	91,0; 46,0	91,0; 46,0	91,0; 46,0	–	–	2×ЭКВ4-УС2; 220/220;
СН75М	0,07	0,65–1,4	91,0; 46,0	91,0; 46,0	91,0; 46,0	–	–	2×ЭКВ4-УС2; 220/220;
1УСБ67	до 0,15	0,90–2,0	39,0	39,0		–	–	3×ЭДКОФ-42/4; -/136;
УСВ2	0,035; 0,55; 0,085	0,90–2,0	90,0; 55,0	90,0; 55,0		–	–	2×ЭКВ4-УС2; 220/220;

Таблица 3

Технические характеристики очистных комбайнов
ведущих мировых производителей

Марка комбайна	Мощность пласта m , м	Угол наклона пласта, град. пад./прост.	Мощность эл. дв. исп. органа, кВт	Ширина захвата, м	Возможная техн. скорость подачи V_{maxm} , м/мин	Масса, т
T. Machinery a.s., Чехия						
MB280E	0,8–1,6	20/35	2×125	0,63; 0,8	0–11,5	14,0
MB290E	1,0–2,1	20/35	2×120	0,63; 0,8	0–11,5	17,0
MB320E	1,0–2,3	20/35	2×135	0,63; 0,8	0–11,5	17,0
MB350E	1,3–2,6	20/35	2×150	0,63; 0,8	0–11,5	19,0
MB390E	1,3–2,6	20/35	2×170	0,63; 0,8	0–11,5	19,0
MB450E	1,3–2,6	20/35	2×200	0,63; 0,8	0–11,5	19,0
MB490E	1,0–3,0	20/35	2×220	0,63; 0,8	0–11,5	19,0
MB570E	1,0–3,0	20/35	2×250	0,8	0–11,5	24,0
MB444P	0,8–1,3	20/35	2×200	0,8	0–11,5	22,0
MB410E	0,–1,8	20/35	2×180	0,8	0–12,0	18,0
MB630E	1,0–3,0	20/35	2×280	0,8	0–11,5	33,0
MB480E	1,8–4,0	20/35	2×200	0,63; 0,8	0–15,0	38,0
MB500E	1,8–4,0	20/35	2×200	0,63; 0,8	0–15,0	40,0
MB580E	1,8–4,0	20/35	2×250	0,63; 0,8	0–15,0	39,0
MB600E	1,8–4,0	20/35	2×250	0,63; 0,8	0–15,0	41,0
MB612E	1,8–4,0	20/35	2×250	0,63; 0,8	0–15,0	41,0
MB700E	2,5–5,0	20/35	2×300	0,63; 0,8	0–15,0	45,0
MB712E	2,5–5,0	20/35	2×300	0,63; 0,8	0–15,0	47,5
MB812E	2,5–5,2	20/35	2×350	0,63; 0,8	0–13,0	50,0
MB850E	1,6–4,5	20/35	2×500	0,8; 0,9; 1,0	0–20,0	80,0
MB1200E	2,5–5,5	25/35	2×500; 2×550	0,8; 0,9; 1,0	0–24,0	105,0
MB1500E	2,5–5,5	25/35	2×580 2×630	0,8; 0,9; 1,0	0–24,0	105,0
фирма «Забжанский механический завод» группы ZZM – KOPEX, KOPEX Machinery SA						
KSW460 NE	1,35–2,4	35/25	2×200; 2×250	0,65–1,0	0–20,0	32,0
KSW460 NE	1,4–2,6	35/25	2×200; 2×250	0,65–1,0	0–20,0	35,0
KSW460 NE	1,5–3,0	35/25	2×200; 2×250	0,65–1,0	0–20,0	37,0

Продолжение табл. 3

Марка комбайна	Мощность пласта m , м	Угол наклона пласта, град. пад./прост.	Мощность эл. дв. исп. органа, кВт	Ширина захвата, м	Возможная техн. скорость подачи $V_{\max m}$, м/мин	Масса, т
KSW460NE	1,6–3,0	35/25	2×200; 2×250	0,65-1,0	0–20,0	38,0
KSW460NE	1,8–3,5	35/20	2×200; 2×250	0,65-1,0	0–20,0	38,0
KSW620EZ	2,0–4,4	35/10	2×200; 2×250	0,65–0,95	0–20,0	60,0
KSW620EZ	2,0–4,2	35/10	2×300; 2×350	0,75; 1,0	0–20,0	60,0
KSW620EZ	2,5–5,5	35/10	2×350	0,8; 1,0	0–20,0	70,0
KSW800NE	1,4–3,5	35/20	2×300	0,8; 1,0	0–30,0	
KSW880EU	1,5–4,1	35/20	2×300; 2×350	0,75; 1,0	0–25,6	50,0
KSW1140EZ R300	2,0–4,2	35/15	2×300; 2×350	0,75; 1,0	0–20,0	60,0
KSW1140EZ R500	2,5–5,5	35/15	2×630; 2×580; 2×500	0,8; 1,0	0–20,0	75,0
KSW1500EU1	1,55–4,8	35/20	2×350; 2×630	0,8; 1,0	0–36,0	67; 76
KSW2000E1	2,0–5,0	25/15	2×500; 2×580; 2×750; 2×950	0,9; 1,0	0–34,0	85;100
ИММ (international mining machinery), Китай						
4MG200	1,4–3,0		1×200	0,63; 0,8	0–6,0	21,0
MG40/ 102-TWD	0,65– 1,25	35/	2×40	0,75–0,8	0–6,0	9,0
MG65/ 312-WD	1,1–2,0		2×65	0,6	0–7,0; 0–4,5	18,0
MG100 /240-BW	0,76–1,4	50/	2×80	0,63;0,7;0,8	0–5,0	12,0
MG100/ 240-BW	0,76– 1,45	50/	2×100	0,75	0–5,2	12,5
MG100/ 460-WD	1,2–2,0	35/	2×100	0,6	0–7,2	22,0
MG132/ 320-W	1,3–2,8		2×132	0,6	0–5,5	21,0

Продолжение табл. 3

Марка комбайна	Мощность пласта m , м	Угол наклона пласта, град. пад./прост.	Мощность эл. дв. исп. органа, кВт	Ширина захвата, м	Возможная техн. скорость подачи $V_{\max m}$, м/мин	Масса, т
MG150/700-WD	1,2–2,05	30/	2×150	0,63; 0,8	0–9,0	35,0
MG160/380-WD	1,4–3,2	35/	2×132; 2×160	0,63; 0,8	0–7,5	27,0
MG300/701-WD	1,6–3,2	40/	2×200; 2×250; 2×300	0,63	0–5,7; 0–6,9 0–7,5; 0–9,0	36,0
MG300/730-WD	2,2–4,2	40/	2×200; 2×250; 2×300	0,63; 0,8	0–5,4; 0–6,6 0–7,0; 0–8,7	46,0
MG400/940-WD	2,4–4,3	35/	2×400; 2×450	0,8; 1,0	0–8,6	60,0
MG500/1180-WD	1,9–3,8	35/	2×500	0,8; 1,0	0–8,3; 0–10,0	60,0
MG500/1180-WD	2,3–4,5	35/	2×500	0,8; 1,0	0–9,0; 0–12,5	68,0
MG500/1180-WD	2,8–5,0	35/	2×500	0,8; 1,0	0–10,9; 0–13,0	70,0
MG250/300-NWD	2,1–2,8	25/	1×300	0,63; 0,8	0–8,6	22,0
MG250/300-NWD	2,6–3,9	25/	1×300	0,63; 0,8	0–8,6	26,0
MG700/1660-WD	2,3–4,5	12/	2×650; 2×700	0,86	0~12,5/22 0~14,5/25,5	90,0
MG800/2040-WD	2,9–5,4	12/	2×800	0,86; 1,0	0~10/16; 0~12/19; 0~14,5/21,5	128,0
«Famur», Польша						
KGS-245	1,2–2,0	35/15	2×120	0,65–0,8	0–6,2	18,0
KGS-345	1,4–3,2		2×200	0,75–0,8	0–6,3	
KGS-560S	1,6–4,5	35/	2×200; 2×250	0,75–0,8	0–6,5	45,0
KGS-600N	1,2–3,1	35/10	2×200; 2×300	0,65–0,8	0–7,4	
KGS-600S	1,6–3,9		2×200; 2×300	0,75–0,9	0–7,4	
KGS-600W	2,8–5,2		2×200; 2×300	0,75–0,9	0–7,0	
KGS-600U	1,9–3,6	35/15	2×200;	0,65–0,8	0–7,4	37,0
FS-400	1,8–4,2		2×300 2×400	0,8–1,0	0–28,0	65,0

Продолжение табл. 3

Марка комбайна	Мощность пласта m , м	Угол наклона пласта, град. пад./прост.	Мощность эл. дв. исп. органа, кВт	Ширина захвата, м	Возможная техн. скорость подачи $V_{\max m}$, м/мин	Масса, т
KGE-710FM	1,2–3,1	35/20	2×300; 2×350	0,75–0,8	0–20,0	
KGE-720F	1,4–3,4	35/20	2×300	0,75–0,8	0–20,0	
KGE-750F	1,6–5,2	35/20	2×350	0,75–0,9	0–24,0	
KGE-1250F	2,0–5,2		2×500	0,8–1,0	0–24,0	
«Джой», США						
4LS5	1,5–3,3	35/	2×335;	0,68–1,0	0–20,0	40,4
4LS8	1,4–4,0		2×185; 2×205; 2×300; 2×315; 2×335;	0,68–1,0	0–20,0	41,7
4LS9	1,4–3,0		– «–	0,68–1,0	0–20,0	40,3
4LS10	1,4–2,8		– «–	0,68–1,0	0–20,0	38,5
4LS11	1,4–2,53		– «–	0,68–1,0	0–20,0	38,5
4LS20	1,–3,0		2×285	0,8	0–12,0	43,0
7LS1D	1,5–3,0		2×420; 2×600	0,87–1,22	0–32,0	52,0
7LS2A	1,6–3,5		2×420; 2×600; 2×725	0,9–1,2	0–33,0	59,0
7LS3A	2,0–4,0		2×420; 2×725		0–34,0	60,5
7LS5	2,0–4,0		2×725; 2×750		0–30,0	81,7
7LS6	5,43	35/	2×750	1,04–1,22		90,3
7LS7	6,0					
7LS8	7,0					
DBT, концерн акционерного общества RAG, Германия						
EL400	1,15–1,5	45/45	2×350	0,8–1,0	0–20,0	–
EL600	1,2–3,1	45/45	2×350 2×460 2×600	0,8–1,0	0–20,0	70,0
EL1000	1,3–4,5	45/45	2×400 2×500 2×600	0,8–1,0	0–25,0	90,0
EL2000	1,4–3,5	45/45	2×500	0,8–1,0	0–45,0	55,0
EL3000	2,0–5,5	45/45	2×800	0,8–1,0		90,0

Продолжение табл. 3

Марка комбайна	Мощность пласта m , м	Угол наклона пласта, град. пад./прост.	Мощность эл. дв. исп. органа, кВт	Ширина захвата, м	Возможная техн. скорость подачи $V_{\max m}$, м/мин	Масса, т
EL1000/ 3000	2,0–6,0	45/45	2×650 2×800	0,8–1,0		90,0
Caterpillar, США						
EL1000	1,6–3,2	45/45	2×500	0,85–1,0	0–32,0	–
EL2000	1,8–4,5	45/45	2×500; 2×620; 2×750	0,85–1,0	0–32,0	70,0
EL3000	2,5–5,5	45/45	2×650; 2×750; 2×860	0,85–1,0	0–32,0	105,0
EL4000	4,0–7,0	45/45	2×750; 2×860	1,1	0–32,0	140,0
«Айк×офф» Bergbautechnik GmbH, Германия						
SL300	1,6–4,0	35/	2×220; 2×300; 2×480	0,8	0–40,0	70,0
SL500	2,7–6,0	35/	2×350; 2×480; 2×600; 2×900	0,85–1,0	0–37,0	125,0
SL750	1,8–4,5		2×900		0–49,0	70–80
SL1000	2,9–7,1		2×1350		0–40,0	109– 154

Таблица 4

Забойные конвейеры Cat, США

Марка	Сечение груза на конвейере, м ²	Производительность конвейера, т/ч, при скорости цепи, м/с, и $\gamma = 1,0 \text{ т/м}^3$					
		1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
PF3/722	0,18	648	778	907	1037	1166	1296
PF3/822	0,26	936	1123	1310	1497	1685	1872
PF3/922	0,36	1296	1555	1814	2074	2333	2592
PF4/832	0,26	936	1123	1310	1497	1685	1872
PF4/932	0,36	1296	1555	1814	2074	2333	2592
PF4/1032	0,46	1656	1987	2318	2650	2981	3312
PF4/1132	0,58	2088	2506	2923	3341	3758	4176
PF4/1332	0,85	3060	3672	4284	4896	5508	6120
PF5/1142	0,58	2088	2506	2923	3341	3758	4176
PF5/1342	0,85	3060	3672	4284	4896	5508	6120
PF6/1042	0,58	2088	2506	2923	3341	3758	4176
PF6/1142	0,58	2088	2506	2923	3341	3758	4176
PF6/1242	0,72	2592	3110	3629	4147	4666	5184
PF6/1342	0,85	3060	3672	4284	4896	5508	6120
PF7/1542	1,15	4140	4968	5796	6624	7452	8280

Продолжение табл. 4

Забойные конвейеры СЗК, Т. Machinery a. s., Чехия

Марка	Производительность конвейера, т/ч,	Цепь	Скорость цепи, м/с	Мощность привода, кВт
СЗК228/642	800 (900)	2×30×108	0,95 (1,1)	4×200; 4×250
СЗК228/732	1000	2×26×92	1,13	2×90
СЗК228/800	900 (1000)	2×30×108	1,13	3×250
СЗК190/642	800 (900)	2×26×92	0,95 (1,1)	4×200; 4×250
СЗК285/965	1700	2×34×126	1,13	3×400
СЗК190/800	700	2×26×92	1,1	3×250
СЗК260/852	1200	2×30×108	1,1	4×250; 4×315

Продолжение табл. 4

Забойные конвейеры DSS, SE-MI TECHNOLOGY, Чехия

Марка	Производительность конвейера, т/ч,	Цепь	Скорость цепи, м/с	Мощность привода, кВт
DSS 227-732	950	2×30×108	0,8; 1,12	3×200
DSS 227-832	1150	2×30×108	0,8; 1,12	3×250
DSS 260 SR var 26-700-pl	1200	2×26×92	0,35; 1,4	4×160 3×200
DSS 260 SR var 30-700-pl	1200	2×26×92	0,35; 1,4	4×160 3×200
DSS 260 SR var 30-800-pl	1400	2×30×108	0,35; 1,4	4×160 3×200
DSS 260 SR var 26-700-pl-zes	1400	2×30×108	0,35; 1,4	4×250

Продолжение табл. 4

Забойные конвейеры Рыбник, KOPEX Machinery SA, Польша

Марка	Производительность конвейера, т/ч,	Цепь	Скорость цепи, м/с	Мощность привода, кВт
Рыбник 600/700	400	3×18×64	0,84–1,1	4×55
Рыбник 750	1400	2×26×92; 2×0×108; 2×34×126P; 2×38×126P	0,83–1,55	3×400
Рыбник 850	1750	2×8×137P; 2×38×126P; 2×34×126; 2×30×108	1,11–1,55	3×750 3×1000
Рыбник 950	2200	2×34×126; 2×8×6P; 2×38×137; 2×48/115×152C 2×42×146P	1,11–1,55	3×750 3×1000
Рыбник 1100	3000	2×48/115×152C; 2×42×146P; 2×38×137	1,0–1,55	3×1000
Рыфама S-1250	4000	2×56/131×187C; 2×52/127×170C; 2×48×152P; 2×48/115×152C	1,0–1,7	3×1200

Условные обозначения:

WB – боковая разгрузка; WK – крестовая разгрузка; WP – прямая разгрузка;

W – катанный профиль; O – литой профиль; P – плоская цепь.

Продолжение табл. 4
Забойные конвейеры ФАМУР, Польша

Марка	Производительность конвейера, т/ч	Цепь	Скорость цепи, м/с	Мощность привода, кВт
FFC750	1000			3×315
GLINIK 260/724/BP1	1050			3×315
PSZ-750/nxN- НОВОМАГ	1300	2×2×92 2×30×108		4×400
PSZ-850 НОВОМАГ/1	1300	2×3×108, 2×34×126		4×400
PSZ-850/nxN-(900) НОВОМАГ	1600	2×30×108 2×34×126	до 2,1	4×400;
GLINIK 298/800/BP1	1000–1700	2×34×126 2×38×137	0,96; 1,13; 1,23	3×65; 3×85; 3×105; 3×400; 2×500
PSZ-950 НОВОМАГ	2000	2×34×126 2×38×126 2×38×137 2×42×146	до 2,1	4×580
PSZ-1100 (1200) НОВОМАГ	2500	2×38×137 2×42×146	до 2,2	4×500
PSZ-1200 НОВОМАГ	3000		до 2,2	4×800

Продолжение табл. 4
Забойные скребковые конвейеры FFC-GLINIK ФАМУР, Польша

Марка	Производительность конвейера, т/ч	Цепь	Скорость цепи, м/с	Мощность привода, кВт
FFC-7	1100	2×30×108 2×34×126		3×315
FFC-8	1600	2×34×126 2×38×126 2×38×137		3×500
FFC-9	2000	2×34×126 2×38×126 2×38×137 2×42×146	1,32	3×600
FFC-10	2500	2×38×137 2×42×146 2×48×144/160		3×1000
FFC-11	3000	2×38×137 2×42×146 2×48×144/160 2×52×172		3×1200

Продолжение табл.4

Забойные конвейеры серии «Анжера», Россия

Марка	Производительность конвейера, т/ч	Цепь	Скорость цепи, м/с	Мощность привода, кВт
Анжера 26	720	2× 26×92	0,8; 1,1	4×250
Анжера 30	1500	2×30×108	0,92; 1,52	4×250 4×400
Анжера 34	2500	2×34×126	1,04; 1,49	4×400 4×630
Анжера 38	3000	2×38×137	1,05; 1,42	4×630
Анжера 42	4000	2×42×146	1,15; 1,52	4×800

Продолжение табл. 4

Забойные конвейеры Halbach & Braun, Германия

Марка	Производительность конвейера, т/ч	Цепь	Скорость цепи, м/с	Мощность привода, кВт
НВ-227	1000	1×42×144	1,4	2×400
НВ-260	1600	2×42×144	1,18	2×600
НВ-280	2500	1×48×156	1,32	2×525
НВ-320	3500	2×48×156	1,56	2×1000

Продолжение табл. 4

Забойные конвейеры «Hinmei» компании «УгольМашГрупп», Китай

Марка	Производительность конвейера, т/ч	Цепь	Скорость цепи, м/с	Мощность привода, кВт
SGZ730/320	700; 900	2× 30×108	0,9; 1,1	2×160
SGZ730/320	700; 900	2×26×92	0,9; 1,1	2×160
SGZ730/400	700; 900	2×26×92	0,9; 1,1	2×200
SGZ730/400	700; 900	2×26×92	0,9; 1,1	2×200
SGZ764/320	700; 900	2×26×92	0,9; 1,1	2×160
SGZ764/400	900–1000	2×26×92	0,9;1,3	2×250
SGZ764/630	900–1000	2×30×108	0,9;1,3	2×315
SGZ800/630	1000–1200	2×30×108	1,0; 1,3	2×315
SGZ800/800	1500	2×34×126	1,1; 1,3	2×400
SGZ800/1050	1500	2×34×126	1,1; 1,3	2×525
SGZ830/630	1000–1200	2×34×126	1,0; 1,3	2×315
SGZ830/800	1000–1200	2×34×126	1,0; 1,3	2×400
SGZ830/1050	1000–1200	2×34×126	1,0; 1,3	2×525
SGZ900/800	1500	2×34×126	1,0; 1,3	2×400

Продолжение табл. 4

Марка	Производительность конвейера, т/ч	Цепь	Скорость цепи, м/с	Мощность привода, кВт
SGZ900/1050	1500	2×34×126	1,0; 1,3	2×525
SGZ900/1400	1500	2×38×137	1,0; 1,3	2×700
SGZ1000/1400-3000	2000–2500	2×38×137	1,3–1,25	2×700 2×855 2×1000
SGZ1000/1400-3000	2000–2500	2×38×137	1,3–1,25	3×700 3×855 3×1000
SGZ1200/1400-3000	3000	2×48×152	1,5	2×700 2×855 2×1000
SGZ1200/1400-3000	3000	2×52×170	1,5	3×700 3×855 3×1000
SGZ1250/3000	3500	2×48×152	1,7	3×855
SGZ1400/3200	4000	2×60×197	1,8	2×1600

Приложение 2

Таблица 5

Значение коэффициента погрузки

Ширина захвата b , м	Коэффициент погрузки Ψ_n при вынимаемой мощности пласта, м									
	0,8	1	1,2	1,4	1,6	2	2,4	2,8	3,2	3,6
0,5	0,47	0,55	0,62	0,68	0,72	0,78	0,82	0,84	0,86	0,88
0,63	0,36	0,48	0,57	0,63	0,68	0,74	0,79	0,82	0,84	0,86
0,8	0,28	0,4	0,5	0,57	0,62	0,7	0,75	0,79	0,81	0,83

Таблица 6

Значение расчетного коэффициента нагрузки

Минутный коэффициент неравномерности k_1	Расчетный коэффициент нагрузки k_t при продолжительности загрузки несущего полотна t_k , мин									
	2 и меньше	4	6	8	10	12	14	16	18	20 и больше
2,6 и больше	2,37	2,18	2,09	2,02	1,97	1,92	1,88	1,85	1,81	1,78
2,4	2,20	2,04	1,95	1,88	1,83	1,78	1,74	1,71	1,68	1,65
2,2	2,03	1,88	1,80	1,73	1,68	1,64	1,61	1,58	1,54	1,51
2	1,86	1,74	1,66	1,61	1,56	1,52	1,49	1,45	1,43	1,41
1,8	1,70	1,59	1,53	1,48	1,44	1,41	1,38	1,36	1,34	1,32
1,6	1,53	1,45	1,40	1,36	1,33	1,30	1,28	1,26	1,25	1,24
1,4	1,36	1,31	1,27	1,24	1,21	1,19	1,18	1,17	1,16	1,15
1,2 и меньше	1,18	1,15	1,13	1,12	1,11	1,10	1,09	1,08	1,07	1,06

Таблица 7

Значения приемной способности ленты конвейера

Способ установки конвейера	Угол наклона выработки, град	Приемная способность $Q_{кр}$, т/мин, при ширине ленты конвейера B , мм ($\gamma = 1,0 \text{ т/м}^3$)								
		800			1000			1200		1600
		и скорости ленты конвейера, м/с								
		1,6	2,0	2,5	1,6	2,0	2,5	2,5	3,15	3,15
Стационарный	до 6	6,6	8,2	10,3	10,7	13,4	16,8	24,8	31,2	55,4
	7 + 18	6,2	7,8	9,7	10,2	12,7	15,9	23,5	29,6	52,7
Полустационарный	до 6	5,9	7,4	9,2	9,7	12,1	15,1	–	–	–
	7 + 18	5,6	7,0	8,8	9,2	11,5	14,3	–	–	–

Таблица 1

Основные параметры подземных ленточных конвейеров

Обозначение	Угол наклона, град	Ширина ленты, мм	Скорость ленты, м/с	Приемная способность, м ³ /мин	Максимальная производительность, т/ч	Суммарная мощность привода, кВт	Длина поставки, м	Оптовая цена, руб./шт.
1Л80	от -3 до +6	800	1,6; 2,0	6,5; 8,4	330; 420	1×40(45)	500	15760
1Л80-01	от -3 до +6	800	1,6; 2,0	6,5; 8,15	320; 420	1×40(45)	500	13400
1Л80-02	от -10 до +10	800	1,6; 2,0	6,2; 7,7	320; 400	1×40(45)	200	8580
1ЛТ80	от -3 до +6	800	1,6; 2,0	6,5; 8,4	330; 420	1×40(45)	500	33210
1ЛТП80	от -10 до +10	800	1,85	7,9	400	1×40(45)	800	44100
1ЛТП80-01	от -10 до +10	800	1,85	7,9	400	1×40(45)	800	37900
1ЛБ80	от -3 до +16	800	1,6; 2,0	6,5; 8,4	330; 420	1×40(45)	600	29640
2Л80	от -3 до +6	800	1,6; 2,0	6,5; 8,4	330; 420	2×40(55)	1000	43610
2ЛТ80	от -3 до +6	800	1,6; 2,0	6,5; 8,4	330; 420	2×40(55)	1000	60110
2ЛБ80	от -3 до -16	800	1,6; 2,0	6,5; 8,4	330; 420	2×40(55)	–	–
3Л80	от -3 до +6	800	1,6; 2,0	6,5; 8,4	330; 420	2×100	–	–
3ЛН80	от +18 до +25	800	1,6	4,7	200	2×100	–	–
1Л100К	от -3 до +18	1000	1,6	11,2	530	1×100	500	26260
1Л100К1	от -3 до +18	1000	2,0	11,5	590	1×75	500	27400
1Л100К-01	от -3 до +18	1000	2,0	11,5	590	2×75	1000	41600
1Л100	от -3 до +6	1000	1,6	11,2	530	2×100	1000	60000
1ЛТ100	от -10 до +10	1000	1,6; 2,5	10,1; 16,5	530; 840	3×100	–	65000
1ЛУ100	от +6 до +18	1000	1,6	11,2	530	2×100	700	33380

Продолжение табл. 1

Обозначение	Угол наклона, град	Ширина ленты, мм	Скорость ленты, м/с	Приемная способность, м ³ /мин	Максимальная производительность, т/ч	Суммарная мощность привода, кВт	Длина поставки, м	Оптовая цена, руб./шт.
1ЛБ100	от -3 до -16	1000	1,6	11,2	530	1×100	1000	4989
2ЛУ100	от +6 до +18	1000	2,0	13,3	680	2×250	1000	66680
2ЛЛ100	от +6 до +18	1000	1,6	11,2	550	2×250	1000	94290
2ЛН100	от 18 до +25	1000	2,5	15,0	800	2×250		
1ЛУ120	от 0 до +18	1200	2,5	25,0	1200	4×125	1000	13700
1Л120	от 0 до +18	1200	2,5	25,0	1200	500	–	–
1Л120-01	от 0 до +18	1200	2,5	25,0	1200	750	–	–
2ЛУ120А	от 0 до +18	1200	3,15	31,6	1500	2×500	1250	175310
602ЛУ120Б	от 0 до +18	1200	3,15	31,6	1500	2×500	1250	185230
602ЛУ120В	от 0 до +18	1200	3,15	31,6	1500	4×250	1250	186500
2ЛБ120	от -3 до -16	1200	3,15	31,6	1500	2×250	–	–
2ЛУ160А	от 0 до +18	1600	3,15	53,0	3000	4×250	–	–
2ЛУ160Б	от 0 до +18	1600	3,15	53,0	3000	1500	–	–
2ЛУ160В	от 0 до +18	1600	3,15	53,0	3000	2000	–	–
Конвейеры унифицированные								
1Л80У	от -10 до +10	800	2,0; 2,5	8,2; 10,2	420; 520	1×45(40)	500	24700
1Л80У-02	от -3 до +6	800	2,0; 2,5	8,2; 10,2	420; 520	1×45(40)	500	24400
1Л80У-04	от -10 до +10	800	2,0; 2,5	8,2; 10,2	420; 520	1×45(40)	500	22100
1Л80У-05	от -3 до +6	800	2,0; 2,5	8,2; 10,2	420; 520	1×45(40)	500	21800
1ЛТ80У	от +3 до +6	800	2,0	8,2	420	1×45(40)	500	50200
1ЛТП80У	от +3 до +6	800	2,0	8,2	420	1×45(40)	–	–

Продолжение табл. 1

Обозначение	Угол наклона, град	Ширина ленты, мм	Скорость ленты, м/с	Приемная способность, м ³ /мин	Максимальная производительность, т/ч	Суммарная мощность привода, кВт	Длина поставки, м	Оптовая цена, руб./шт.
2Л80У	от -16 до +18	800	2,0; 2,5	8,2; 10,2	420; 520	2×55	700	50700
2Л80У-01	от -3 до +18	800	2,0; 2,5	8,2; 10,2	420; 520	3×55	1000	64400
2ЛТ80У	от -10 до +10	800	2,0; 2,5	8,2; 10,2	420; 520	2×55	1000	74400
2ЛТП80У-01	от -3 до +10	800	2,0; 2,5	8,2; 10,2	420; 520	2×55	1400	88600
2ЛТП80У	от -10 до +10	800	2,0	8,2	420	2×55	1400	73500
2ЛТП80У-06	от -10 до +10	800	2,5	10,2	520	2×55	–	–
1Л100У	от -10 до +10	1000	2,0	13,3	680	1×75	–	–
1Л100У-01	от -3 до +18	1000	2,0	13,3	680	2×75	–	–
2Л100У	от -16 до +18	1000	2,5	16,8	850	2×110	–	58400
2Л100У-01	от -3 до +18	1000	2,5	16,8	850	3×110	700	44800
2ЛТ100У	от -10 до +10	1000	2,5	16,8	850	2×110	–	–
2ЛТ100У-01	от -3 до +10	1000	2,5	16,8	850	3×110	–	–
3Л100У	от -3 до +18	1000	2,5	16,8	850	2×250	1100	76150
3Л100У-02	от -3 до +18	1000	2,0	13,3	680	2×250	1100	95900
3ЛТ100У	от -10 до +10	1000	2,5	16,8	850	2×250	–	–
2ПТ120	от 0 до +18	1200	2,5	25,0	1260	500	–	–
2ПТ120	от 0 до +18	1200	2,5	25,0	1260	750	–	–
2ПТ120-01	от 0 до +18	1200	3,15	31,4	1600	1000	–	–

Техническая характеристика скребковых перегружателей

Показатели	Надвижные			Приставные						
	1КСП2	1КСП2Н	КСП3	ПТК1	ПТК1У	ПТК800	ПТК2У	ПТК3У	ПТК1000	ПС
Максимальная производительность, т/мин	6,66	5,0	7,5	6,0; 4,66	5,66	13,3	12,66	11,3; 14,2	18,6	18,6
Скорость цепи, м/с	1,12	1,25; 1,4	1,14	–	1,28	1,12	1,4	1,25; 1,4	0,98	0,98
Мощность привода, кВт	45×2	55×2	160	45; 55	55	55×2	55×2	55×2	110×2	110×2
Размеры звена цепи, мм	18×64	18×64	–	18×64	18×64	18×64	18×64	18×64	24×86	24×86
Число цепей	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Длина, м	65	50	100	45; 51	51	56	51	51	51	51
Цена, руб.	–	–	–	8950	14700	–	18000	20610	–	–
Тип основного конвейера, с которым работает перегружатель	–	–	–	1ЛТ80 2ЛТ80	2ЛТ80У 2ЛТ80У-01	2ЛТ80У	1ЛТ100 2ЛТ100У 2ЛТ100У-01 2ЛТ100У	1ЛТ100 1ЛТ1000А 2ЛТ100У 2ЛТ100У-01	1ЛТ100 2ЛТ100 1ЛТ1000А 2ЛТ100У	1ЛТ100 2ЛТ100 1ЛТ1000А 2ЛТ100У

Приложение 3

Таблица 3

Технические характеристики механизированных бункеров

Параметры	Тип механизированного бункера				
	БС-90	БС-120	БС-160	БМ-200А	БМ-500
Вместимость (емкость)*, т (м ³)	50(65)	100(130)	200(260)	200(152)	500(650)
Производительность разгрузки, т/мин	4,1	5,35	6,45	13,0	3,7–37,4
Вместимость на 1 м длины бункера, м ³	0,85	1,4	2,3	3,2	7,3
Наибольшая скорость рабочего органа, м/с	0,095	0,075	0,055	0,08	0,01–0,1
Минимальное сечение выработки для размещения бункера, м ²	6,0	7,4	10,0	19,5	12,0
Длина механизированного бункера, м	65,0	75,0	90,0	100,0	180,0

*Вместимость бункера в тоннах определена для следующих условий: $\Psi = 0,9$ – коэффициент заполнения; $\gamma = 0,85$ т/м³ – насыпная масса угля.

Технические характеристики качающихся питателей

Параметры	Подвесные						Стационарные				
	КЛ8-0,1	КЛ8-1,1	КЛ10	КЛ12	КЛ16	КЛ20	КТ5	КТ8	КТ10	КТ12	КТ14
Производительность, м ³ /ч	185	275	370	570	1000	2650	55	125	160	250	390
Крупность кусков, мм	350	400	500	700			150	300	400	500	300
Ход лотка, мм	0–200	0–200	0–200	20–200	0–280	0–280	0–190	0–176	0–135	0–135	0–290
Число двойных ходов в минуту	70	70	70	70	48	48	36	36	36	36	48
Угол наклона к горизонту, град	–	–	–	–	–	–	5	5	10	13	–
Мощность электродвигателя, кВт	3	5,5	7,5	13	30	55	4	5,5	10	13	30
Основные размеры, мм:											
длина	2905	3370	3785	4160	5500	7865	2580	2965	3440	4065	4980
ширина	10600	1250	1590	1820	2550	2732	910	1153	1326	1820	2265
высота	1060	1325	1420	1590	2100	2845	855	1210	1510	1660	1665
Масса, кг	800	1123	1520	1990	8600	1400	750	1400	2370	3900	7200

Технические характеристики пластинчатых питателей

Параметры	Подвесные			Стационарные	
	3-8А (ПЛ8)	3-10А (ПЛ10)	3-12А (ПЛ12)	ПТ18	ПТ24
Марки питателей	3-8А (ПЛ8)	3-10А (ПЛ10)	3-12А (ПЛ12)	ПТ18	ПТ24
Скорость движения полотна, м/с	0,16; 0,4	0,16; 0,4	0,16; 0,4	0,6; 0,8	0,12; 0,16
Производительность, м ³ /ч, при угле установки питателя, град					
0°	185 500	270 720	410 1100	300 400	500 800
10°	180 480	255 680	375 1000		
15°	–	–	–		
20°	165 440	240 650	360 980		
25°	125 340	185 500	290 780		
Крупность кусков материала, мм, не более	320	400	500	400	500
Ширина полотна, мм	800	1000	1200	1800	1800
Мощность электродвигателя, кВт	3–22	3–30	3–30	16–75	16–75
Основные размеры, мм					
длина	5255–16755	5400–16920	5600–17120	6980; 8480; 17480	11480; 14480; 20480
ширина	2855–3262	3182–3649	3571–3902	5995; 6190	6645; 6840
высота	2065	2165	2365	2055	2055
Масса, кг	2982–8218	3970–10400	4576–11904	40925–83005	46400–104146

Технические характеристики вибрационных питателей

Параметры	Питатели		
	ПЭВЗ-2×9,5	ПЭВЗ-4×12	ПЭВЗ-4×2×19
Производительность при горизонтальном расположении лотка, м ³ /ч	90	160	500
Крупность материала, мм	до 310	до 400	до 700
Частота колебаний, Гц	50	50	50
Мощность, кВт	2	4	2×4
Двойная амплитуда лотка, мм	0,6	0,8	0,8
Размеры лотка, мм			
длина	2000	2000	2500
ширина	950	1200	1900
Масса питателя (без шкафа управления), кг	1690	3370	6754

Составитель
Вадим Максимович Юрченко

РАСЧЕТ ГРУЗОПОТОКОВ
ОТ КОМПЛЕКСНО-МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ЛАВ
И ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛИНИЙ

Методические указания к дипломному и курсовому проектированию по дисциплинам «Подземный транспорт» и «Транспортные машины» для обучающихся специальности 21.05.04 Горное дело, специализаций 21.05.04.01 Подземная разработка пластовых месторождений и 21.05.04.09 Горные машины и оборудование, всех форм обучения

Рецензент Т. Ф. Подпорин

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 27.09.2018. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе.

Уч.-изд. л. 3,7. Тираж 50 экз. Заказ ____

КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Издательский центр КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а.