

УДК 622.683.001.14: 622.271.3

DOI: 10.18454/2313-1586.2016.01.055

**Фионин Евгений Александрович**

кандидат технических наук,  
старший преподаватель,  
Рудненский индустриальный институт МОН РК,  
111503, Республика Казахстан,  
Костанайская область, г. Рудный,  
ул. 50 лет Октября, 38  
e-mail: [FioninEA@mail.ru](mailto:FioninEA@mail.ru)

**Fionin Evgeny A.**

candidate of technical sciences,  
senior lecturer,  
Rudny Industrial Institute, MES,  
Republic of Kazakhstan, Kostanay,  
111500, Rudny, 50 let Otyabrya st., 38  
e-mail: [FioninEA@mail.ru](mailto:FioninEA@mail.ru)

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СХЕМ ВСКРЫТИЯ И  
ПУТЕВОГО РАЗВИТИЯ КАРЬЕРОВ ПРИ  
КОМБИНИРОВАННОМ ТРАНСПОРТЕ****DESIGN SCHEMES OF OVERBURDEN  
AND LAY-OUT OF TRACKS OF OPEN-PIT  
MINES AT THE COMBINED TRANSPORT***Аннотация:*

Рассматриваются задачи проектирования схем вскрытия и путевого развития в карьерах при комбинации автомобильного и железнодорожного транспорта. Учтено влияние перегрузочных складов на интенсивность разности бортов карьера, обосновано рациональное расположение складов на борту со стороны висячего бока залежи и в торцевых частях карьера по ряду критериев. Обоснован вид схемы вскрытия и путевого развития в карьере, позволяющий интенсивно строить (понижать) схему на борту со стороны лежащего бока при расположении на нем перегрузочных складов.

**Ключевые слова:** карьер, автомобильный транспорт, железнодорожный транспорт, склады, интенсивность разности, вскрытие, путевое развитие

*Abstract:*

Problems of design schemes of overburden and lay-out of tracks in open-cast mines at a combination of road and railway transport are considered. Influence of reloading stocks on intensity of wall cutback of open pit sides is taken in account, the rational arrangement of reloading stocks on the edge from a hanging wall of a deposit and in face parts of the pit mine is proved by a number of criteria. It is justified the type of the scheme of overburden and lay-out of tracks in the open-cast mine allowing to build intensively (to lower) the scheme on the edge from a bottom wall at arrangement of reloading stocks on it.

**Keywords:** open-cast mine, open-pit mine, road transport, railway transport, reloading stocks, intensity of wall cutback, overburden, lay-out of tracks

В настоящее время на крупных карьерах используется комбинированный транспорт. Широкое применение в странах СНГ получила комбинация автомобильного и железнодорожного транспорта. Эффективное использование железнодорожного транспорта самостоятельно или в комбинации возможно только при соответствии схем вскрытия карьера и путевого развития параметрам и показателям оптимального развития рабочей зоны карьера. Это требование целесообразно рассмотреть детально, поскольку оно предполагает соответствие схем вскрытия и путевого развития нескольким важным критериям.

Основная часть месторождений полезных ископаемых имеет угол падения залежи меньший чем  $90^\circ$ . Это обуславливает? в соответствии с [1], разную интенсивность разности уступов в карьере. На рис. 1 приведена схема, отражающая взаимосвязь скоростей развития горных работ при падении залежи полезного ископаемого с углом менее  $90^\circ$ . Из схемы следует, что интенсивность разности уступов со стороны висячего бока залежи больше, чем со стороны лежащего бока.

Важным фактором, требующим учета при формировании схемы вскрытия и путевого развития, является наличие звена перегрузки с автомобильного транспорта на железнодорожный в виде перегрузочных складов. Следует отметить, что, как показывает опыт эксплуатации крупных карьеров Казахстана, влияние этого технологического звена на состояние горных работ, параметры и показатели системы разработки карьера теоре-

тически не в полной мере исследовано, а практика показывает, что размещение перегрузочных складов на бортах карьера оказывает определяющее, причем отрицательное влияние.

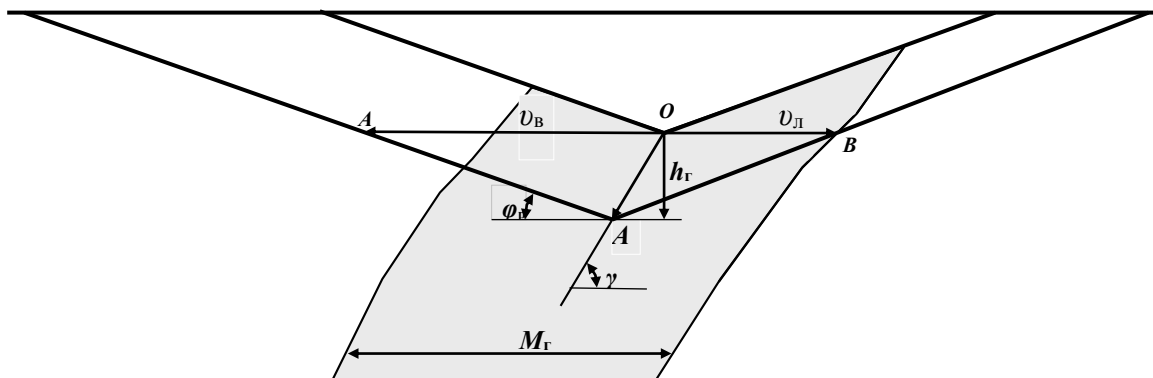


Рис. 1 – Взаимосвязь скоростей развития горных работ:

$v_B, v_L$  – скорости разноски рабочих уступов со стороны висячего и лежащего боков залежи;  
 $\varphi, \gamma$  – угол наклона рабочего борта и направления углубки;  
 $M_T$  – горизонтальная мощность залежи;  $h_T$  – скорость понижения горных работ;  
 ВНБ – временно нерабочий борт

Такое следствие обусловлено расположением перегрузочных складов на рабочих уступах карьера со стороны висячего бока залежи. Как уже отмечалось на рис. 1, для обеспечения требуемой скорости понижения горных работ на рабочих уступах со стороны висячего бока залежи необходимо обеспечить большую интенсивность разноски уступов. При расположении складов на этих уступах это требование обеспечить нельзя, поскольку ниже расположения каждого склада начинает формироваться временно нерабочий борт карьера (ВНБ), который затем необходимо интенсивно расконсервировать, чтобы не допустить консервации добычных уступов и обеспечить необходимую интенсивность разноски уступов на борту со стороны висячего бока залежи.

Интенсивная расконсервация ВНБ на уступах ниже складов не обеспечивает соблюдения этих требований по ряду причин. Поскольку складов несколько, то и участков формирования ВНБ в карьере тоже несколько. На срок их существования влияет возможность появления площадки на нижележащих уступах для переноса на нее склада. Для размещения склада требуется около 500 м фронта уступа, поэтому при наличии нескольких складов в карьере возникает недостаток площадей для переноса складов. Склады приходится по одному по очереди переносить ниже, на новые уступы, по мере появления такой возможности.

Теоретические положения, освещающие сроки существования складов, их допустимую численность с учетом взаимосвязи скоростей формирования ВНБ на уступах ниже складов и расконсервации ВНБ, протяженности фронта работ на уступах в единой системе, появились лишь в последние годы [2, 3]. Анализ исследований показывает, что сроки существования ВНБ под складами должны определяться с учетом других факторов, отличных от принятых в классической теории применения ВНБ [1]. Количество складов в карьере не должно превышать критическое значение. В противном случае поддерживать принятую производительность карьера невозможно из-за консервации добычного фронта горных работ. Кроме того, сама интенсивная расконсервация ВНБ под складами, которая производится с использованием автотранспорта, требует создания в карьере дополнительных перегрузочных складов сверх той численности, которая необходима для перегрузки горной массы с уступов, обслуживаемых автотранспортом при проектной интенсивности разноски уступов со стороны висячего бока залежи. Поскольку для

размещения этих складов нет площадей, то требуемая интенсивность расконсервации ВНБ под складами не обеспечивается, что приводит к консервации добычного фронта работ и к потере производительности карьера по полезному ископаемому.

Размещение перегрузочных складов в карьере на рабочих уступах со стороны висячего бока обуславливает снижение скорости углубки карьера и потерю его производительности по полезному ископаемому. Методы обоснования производственной мощности карьеров не учитывают негативного влияния на интенсивность горных работ перегрузочных складов.

В работе [4] определялось рациональное положение перегрузочных пунктов с учетом интенсивности горных работ. Было установлено, что по ряду критериев целесообразно склады в карьере размещать в зонах минимальной интенсивности горных работ. Интерес представляют как сами критерии, так и их количественные изменения при смене обычного положения перегрузочных складов на рабочих уступах со стороны висячего бока залежи на уступы со стороны лежачего бока залежи. Сопоставлялись эти два варианта расположения складов. Во втором случае проектная интенсивность разности уступов меньше, чем в первом, но степень различия меняется в зависимости от угла падения залежи.

Анализ схемы на рис. 1 показывает, что для понижения горных работ на величину  $h_r$  под углом направления углубки  $\gamma$  необходимо разнести рабочие уступы в горизонтальном направлении со стороны висячего бока залежи на величину  $\mathcal{Q}_B$ , а со стороны лежачего бока залежи – на величину  $\mathcal{Q}_L$ . Очевидно, что  $\mathcal{Q}_B > \mathcal{Q}_L$ , причем это неравенство усиливается при уменьшении значения угла  $\gamma$ .

Известны формулы для расчета значений  $\mathcal{Q}_B$  и  $\mathcal{Q}_L$  [1]:

$$\mathcal{Q}_B = h_r (\text{ctg}(\varphi_p) + \text{ctg}(\gamma)), \quad (1)$$

$$\mathcal{Q}_L = h_r (\text{ctg}(\varphi_p) - \text{ctg}(\gamma)), \quad (2)$$

где  $h_r$  – скорость понижения горных работ, м/год;

$\varphi_p$ ,  $\gamma$  – соответственно, угол наклона рабочего борта и направления углубки карьера, град.

Значение отношения скоростей разности уступов со стороны висячего и лежачего боков залежи определяется по формуле

$$\frac{\mathcal{Q}_B}{\mathcal{Q}_L} = \frac{h_r (\text{ctg}(\varphi_p) + \text{ctg}(\gamma))}{h_r (\text{ctg}(\varphi_p) - \text{ctg}(\gamma))}. \quad (3)$$

Значения отношения  $\mathcal{Q}_B / \mathcal{Q}_L$  при  $\varphi_0 = 17^\circ$  и значениях угла  $\gamma$  от  $20^\circ$  до  $90^\circ$  сведены в табл. 1.

Ниже приведены формулы этих отношений:

$$\frac{h_{\text{б.в}}}{h_{\text{б.л}}} = \frac{\text{ctg}(\varphi_p) + \text{ctg}(\gamma)}{\text{ctg}(\varphi_p) - \text{ctg}(\gamma)}, \quad (4)$$

$$\frac{T_{\text{б.л}}}{T_{\text{б.в}}} = \frac{\text{ctg}(\varphi_p) + \text{ctg}(\gamma)}{\text{ctg}(\varphi_p) - \text{ctg}(\gamma)}, \quad (5)$$

где  $h_{\text{б.в}}$ ,  $h_{\text{б.л}}$  – соответственно, скорости консервации ВНБ ниже склада на уступах со стороны висячего и лежачего боков залежи, м/г;

$T_{\text{б.л.}}$ ,  $T_{\text{б.в.}}$  – соответственно, время консервации ВНБ ниже склада на уступах со стороны висячего и лежащего боков залежи, м/г.

Таблица 1

 Значения отношения скоростей развития горных работ  $\mathcal{Q}_{\text{в}} / \mathcal{Q}_{\text{л}}$ 

| № | Значение $\gamma$ ,<br>град. | Значение $\mathcal{Q}_{\text{в}} / \mathcal{Q}_{\text{л}}$ ,<br>Ед. | №  | Значение $\gamma$ ,<br>град. | Значение $\mathcal{Q}_{\text{в}} / \mathcal{Q}_{\text{л}}$ ,<br>Ед. |
|---|------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----|------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1 | 20                           | 17,6                                                                | 9  | 60                           | 1,5                                                                 |
| 2 | 25                           | 5,5                                                                 | 10 | 65                           | 1,4                                                                 |
| 3 | 30                           | 3,6                                                                 | 11 | 70                           | 1,3                                                                 |
| 4 | 35                           | 2,7                                                                 | 12 | 75                           | 1,25                                                                |
| 5 | 40                           | 2,3                                                                 | 13 | 80                           | 1,2                                                                 |
| 6 | 45                           | 1,9                                                                 | 14 | 85                           | 1,1                                                                 |
| 7 | 50                           | 1,7                                                                 | 15 | 90                           | 1,0                                                                 |
| 8 | 55                           | 1,6                                                                 |    |                              |                                                                     |

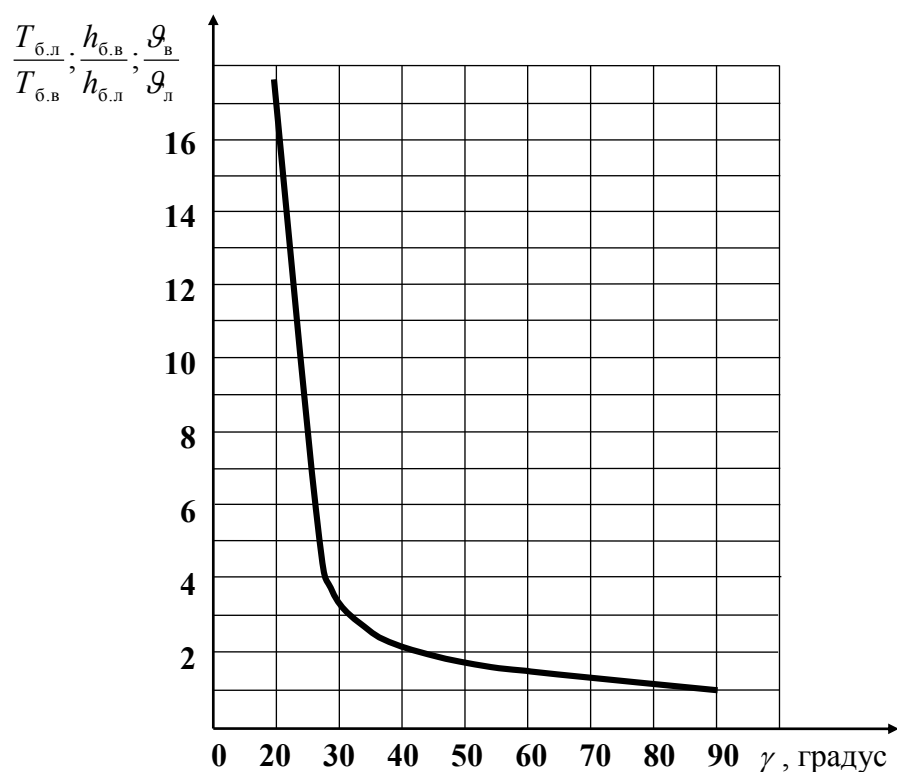


Рис. 2 – График соотношения скоростей развития горных работ и формирования ВНБ на участке расположения склада:  
 $\mathcal{Q}_{\text{в}} / \mathcal{Q}_{\text{л}}$  – отношение скорости разности уступов со стороны висячего бока залежи к скорости разности уступов со стороны лежащего бока залежи;  
 $h_{\text{б.в.}} / h_{\text{б.л.}}$  – отношение скорости формирования ВНБ со стороны висячего бока залежи к скорости формирования ВНБ со стороны лежащего бока залежи;  
 $T_{\text{б.л.}} / T_{\text{б.в.}}$  – соотношение сроков консервации ВНБ, соответственно, на борту со стороны лежащего и висячего боков залежи;  
 $\gamma$  – угол направления углубки карьера

Из анализа формул (4), (5) следует, что сроки консервации ВНБ под складами, расположенными на рабочем борту со стороны лежачего бока залежи, больше, чем у складов, расположенных со стороны висячего бока. Поскольку правая часть формул (4), (5) совпадает с правой частью формулы (3), то зависимость будет аналогичной. На основе данных табл. 1 на рис. 2 представлен график зависимости отношений  $\mathcal{G}_B / \mathcal{G}_L$ ,  $h_{б.в} / h_{б.л}$ ,  $T_{б.л} / T_{б.в}$  от угла  $\gamma$ . Большему сроку консервации борта под складом соответствует и больший допустимый срок существования склада. В работе [4] также определялась разница значений допустимых сроков стояния ВНБ под складами при расположении их на рабочих бортах со стороны лежачего и висячего боков залежи. Было получено выражение

$$\Delta T_c = T_{б.в} \left( \frac{\text{ctg}(\varphi_p) + \text{ctg}(\gamma)}{\text{ctg}(\varphi_p) - \text{ctg}(\gamma)} - 1 \right), \quad (6)$$

где  $\Delta T_c$  – разница значений допустимых сроков стояния ВНБ под складами при расположении их на рабочих бортах со стороны лежачего и висячего боков залежи, лет;

$\Delta T_{б.в}$  – допустимая продолжительность существования ВНБ под складами на рабочих бортах с висячего бока залежи, лет.

Выражение в скобках правой части формулы (6) лишь на единицу меньше значений правых частей в формулах (3), (4), (5), то есть величина  $\Delta T_c$  также имеет большие значения. По этому критерию целесообразно с целью увеличения срока существования складов размещать их на рабочем борту со стороны лежачего бока залежи.

Анализ табл. 1 и графика на рис. 2 показывает, что максимальное значение отношения  $\mathcal{G}_B / \mathcal{G}_L$ , равное 17,6, достигается при  $\gamma = 20^\circ$ ; минимальное, равное 1, при  $\gamma = 90^\circ$ . Большинство месторождений имеет угол падения залежи меньший чем  $90^\circ$ , поэтому для этих месторождений полученные значения отношений  $\mathcal{G}_B / \mathcal{G}_L$ ,  $h_{б.в} / h_{б.л}$ ,  $T_{б.л} / T_{б.в}$  указывают на целесообразность расположения перегрузочных складов на рабочем борту со стороны лежачего бока залежи.

Степень этой целесообразности зависит от максимально допустимой высоты ВНБ. При меньшей высоте борта целесообразность возрастает. На рис. 3 представлена схема рабочей зоны карьера при комбинации автомобильного и железнодорожного транспорта.

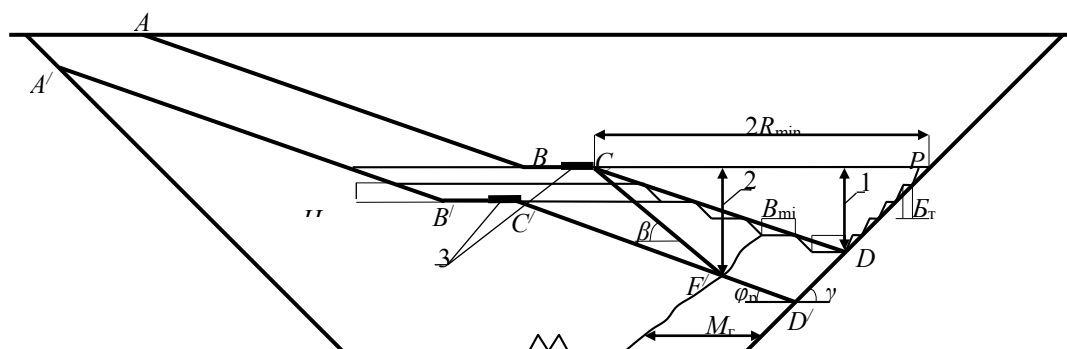


Рис. 3 – Параметры рабочей зоны карьера при комбинированном транспорте:

$R_{\min}$  – радиус закругления железнодорожных путей, м;

$Ш_{д}$ ,  $B_r$ ,  $B_{\min}$  – ширина дна карьера, транспортной бермы, рабочей площадки, м;

$H_y$  – высота уступа, м;  $\gamma$ ,  $\varphi_p$ ,  $\beta$  – соответственно, угол падения рудного тела, наклона рабочего и временно нерабочего борта карьера, град; 1, 2 – соответственно, высота зоны, обслуживаемой автотранспортом, и высота ВНБ; 3 – перегрузочный склад;

$ABCD$  – положение рабочего борта карьера перед началом консервации ВНБ ниже склада;  $A'B'C'D'$  – положение рабочего борта карьера после расконсервации ВНБ ниже склада

Рассмотрим диапазон возможных значений высот ВНБ. Из схемы на рис. 3 следует, что значение допустимой высоты временно нерабочего борта карьера  $H_{\text{ВНБ}}$  ниже перегрузочного склада определяется по формуле

$$H_{\text{ВНБ}} = \frac{2R_{\min} - M_{\Gamma}}{\text{ctg}(\gamma) + \text{ctg}(\beta)}, \quad (7)$$

где  $R_{\min}$  – минимальный радиус закругления железнодорожных путей, м;

$M_{\Gamma}$  – горизонтальная мощность залежи, м;

$\gamma, \beta$  – соответственно, угол падения рудного тела, наклона временно нерабочего борта, град.

Из формулы (7) следует, что высота временно нерабочего борта  $H_{\text{ВНБ}}$  сокращается с увеличением горизонтальной мощности залежи  $M_{\Gamma}$ .

На рис. 4 представлена эта зависимость при  $R_{\min} = 150$  м:  $\gamma = 44^{\circ}$ ;  $\beta = 32^{\circ}$ .

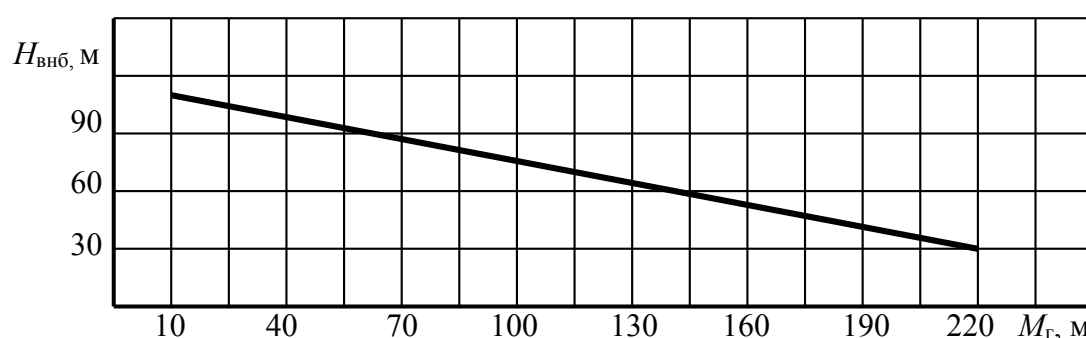


Рис. 4 – Зависимость высоты временно нерабочего борта от мощности залежи:  
 $H_{\text{ВНБ}}$  – высота ВНБ;  $M_{\Gamma}$  – горизонтальная мощность залежи

Для мощных залежей  $H_{\text{ВНБ}}$  имеет малые значения и, следовательно, короткое допустимое время существования ВНБ.

Предприятия, запроектированные на большую мощность по полезному ископаемому, объективно имеют короткий допустимый срок существования складов из-за малой высоты ВНБ под складами. Для таких предприятий увеличение допустимого срока существования складов актуально и имеет практический интерес. Этого можно достичь, располагая склады в зоне меньшей интенсивности работ.

Анализ практической работы горнодобывающих предприятий показывает, что, несмотря на очевидную целесообразность, систематическое размещение перегрузочных складов на борту со стороны лежащего бока залежи не применяется. Причиной является сложность понижения железнодорожной транспортной схемы карьера, сформированной на постоянном и рабочих бортах карьера со стороны лежащего бока залежи при размещении на этих бортах складов.

У большинства современных карьеров СНГ, на которых применяется железнодорожный транспорт, путевое развитие имеет одну или две автономные тупиковые трассы. Недостатком тупиковой трассы является необходимость при понижении схемы путевого развития ликвидации всех перегрузочных складов, расположенных на борту со стороны лежащего бока залежи, что недопустимо. На рис. 5 показана схема путевого развития тупиковой трассы на борту со стороны лежащего бока залежи с перегрузочными складами и новыми элементами путевого развития.

В случае оставления складов 2 при строительстве новых элементов схемы 3, 4, постоянный борт карьера будет сильно выположен. На этом участке угол наклона борта не превысит  $18^{\circ}$ . Для такой схемы существует противоречие между целесообразным расположением складов и невозможностью понижения в этом случае путевого развития без

сильного выполаживания борта при сохранении складов. Причиной является вид схемы путевого развития и соответствующий ей способ развития.

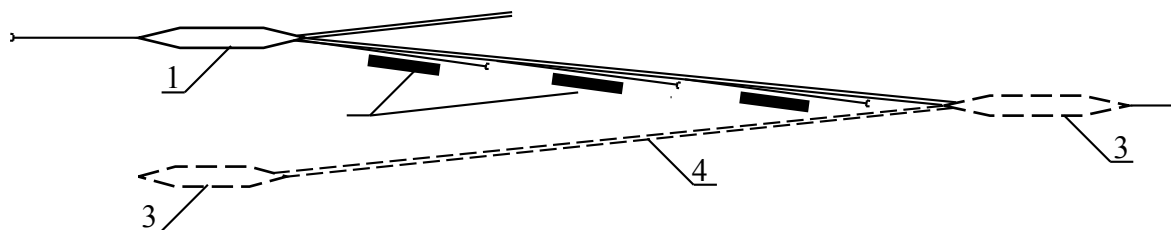


Рис. 5 – Расположение складов при тупиковой схеме со стороны лежачего бока залежи:

- 1 – нижняя станция или пост в транспортной схеме;
- 2 – склады на борту со стороны лежачего бока залежи;
- 3 – новые посты или станции при понижении схемы;
- 4 – перегон между новыми постами

Анализ технической литературы и существующих транспортных схем карьеров показал, что целенаправленно не ставилась задача разработки схем путевого развития, которые можно развивать путем понижения при расположении перегрузочных складов на рабочем и постоянном борту со стороны лежачего бока залежи. Как следует из приведенных выше доводов, целесообразность разработки такой схемы очевидна. Необходимо сформулировать требования к схеме путевого развития в карьере – ее форме, параметрам, конструкции элементов; оценить соответствие существующих схем данным требованиям.

Концепция такой схемы должна базироваться на автономности ее отдельных участков. Целесообразно разбить схему путевого развития на два участка, которые должны быть связаны между собой и автономны в связи с другими участками путевого развития в карьере. Это позволит при сохранении складов на одном участке развивать схему на другом.

Решению поставленной задачи соответствует схема, сформированная на двух тупиковых взаимно пересекающихся трассах. Путевое развитие каждой трассы имеет на флангах тупиковые станции, а при пересечении трасс создаются станции пересечения, конструктивно позволяющие поездам попадать с путевого развития одной трассы на путевое развитие другой или проходить через станции пересечения и двигаться по путевому развитию своей трассы. На рис. 6 показана компоновка такой схемы путевого развития. Склады в этом случае располагаются между станцией пересечения и тупиковыми станциями и за тупиковыми станциями на флангах.

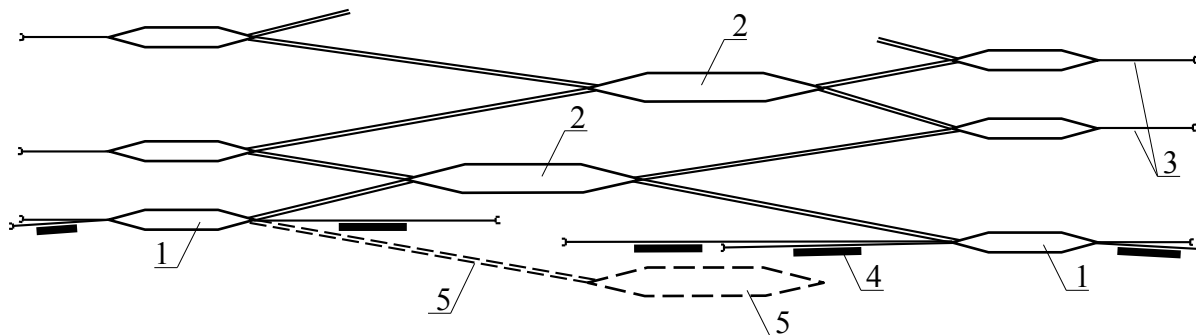


Рис. 6 – Рациональная транспортная схема:

- 1 – тупиковые станции; 2 – станции пересечения двух трасс; 3 – забойные пути;
- 4 – склады; 5 – новые элементы схемы

При понижении схемы на одном из участков от тупиковой станции в направлении новой станции пересечения ликвидируется склад, соединенный с данной тупиковой станцией. Затем проходится съезд до площадки с новой станцией пересечения с последующим строительством станции и двух новых складов вместо ликвидированного. Количество складов становится максимальным. Аналогично развивается схема в направлении от станции пересечения к новым тупиковым станциям.

Конструкция схемы путевого развития обеспечивает расположение в любой момент времени на рабочем или постоянном борту не менее трех складов, а максимальное их число равно пяти. При расположении на рабочих уступах по одному забойному экскаватору ( $N_3 = 1$ ) рекомендуемая транспортная схема позволяет разместить на рабочем и постоянном бортах со стороны лежачего бока залежи потребное число складов, начиная со значения угла наклона постоянного борта карьера  $\beta = 38^\circ$  (для  $H_y = 20$  м) и  $\beta = 28^\circ$  (для  $H_y = 15$  м). В случае размещения на рабочих уступах по два забойных экскаватора ( $N_3 = 2$ ) или при больших значениях угла  $\beta$ , применение рекомендуемой схемы возможно с выполнением специальных мероприятий. Наиболее простым решением по снижению потребной численности перегрузочных складов является интенсивный разнос рабочих уступов в торцевых частях карьера. В этом случае можно сократить высоту зоны, обслуживаемой автотранспортом, за счет опережающего обеспечения минимального радиуса закругления железнодорожных путей  $R_{\min} \geq 150$  м.

Для определения протяженности борта, достаточного для размещения данной схемы путевого развития, примем схемы станций и соответствующую им протяженность схемы, а также протяженность перегонов между станциями. На рис. 7 представлены схемы и линейные размеры станций.

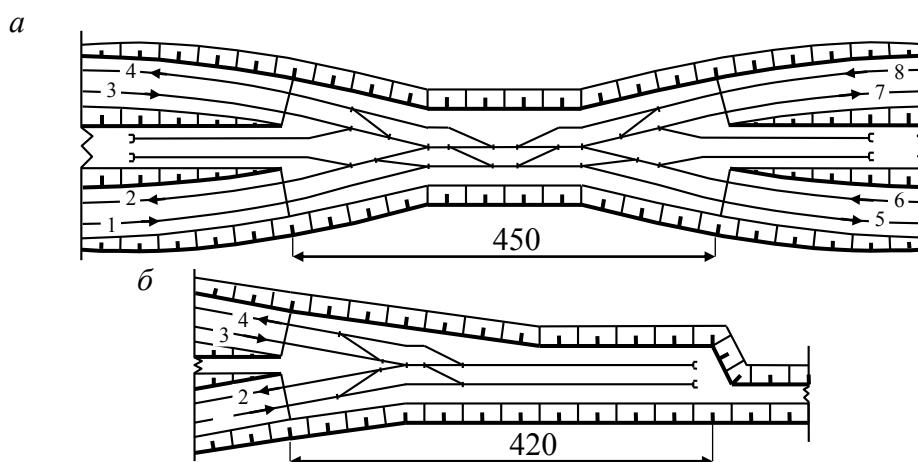


Рис. 7 – Схемы компактных карьерных станций:  
а – станция пересечения двух трасс; б – тупиковая станция

На рис. 8 представлена часть схемы путевого развития на борту карьера с указанием протяженности элементов.

При уклоне пути  $i_p = 40$  ‰ получены следующие значения минимальной протяженности борта:

для  $H_y = 15$  м  $\rightarrow 2415$  м;

для  $H_y = 20$  м  $\rightarrow 2790$  м.

Теоретические положения статьи выведены на основе материалов по подготовке технического регламента разработки месторождения “Сухой Лог” Ленского ЗРК, выполненного Московским горным институтом по заданию института Гипроцветмет (г. Москва) в 1988 – 1989 гг.



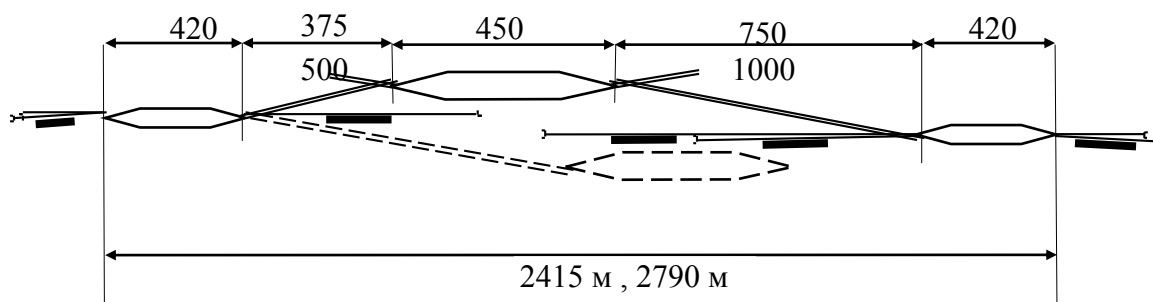


Рис. 8 – Схема для расчета протяженности борта карьера:  
2415 м – при высоте уступа 15 м; 2790 м – при высоте уступа 20 м

Проверка затрат времени на расконсервацию участков ВНБ под складами проводилась с использованием методов сетевого планирования. Был рассчитан критический путь выполнения всех технологических операций, связанных с расконсервацией участков ВНБ под складами, строительством новых складов, проходкой съездов, оснасткой съездов и строительством станций при понижении карьера на четыре уступа. Это позволило рассчитать скорость углубки горных работ на четырех этапах понижения горных работ в зависимости от интенсивности понижения схемы путевого развития. Минимальное значение скорости углубки составило 10,5 м/год. Этот показатель можно считать достаточно надежным для всех этапов развития схемы, поскольку расчеты велись для разработанного алгоритма последовательности переноса складов и строительства участков схемы путевого развития, который обеспечивал повторение через каждые четыре уступа ситуации с положением складов и элементов схемы.

Расположение перегрузочных складов на рабочем борту со стороны лежащего бока залежи возможно при схеме путевого развития, сформированной на двух трассах с тупиковыми станциями на флангах и общими станциями пересечения двух трасс. Минимальная протяженность борта карьера составляет 2415 м при  $H_y=15$  м и 2790 м и при  $H_y=20$  м.

При расположении на уступе одного забойного экскаватора рекомендуемая схема путевого развития практически обеспечивает размещение потребного числа складов на бортах со стороны лежащего бока залежи. При расположении на каждом уступе двух забойных экскаваторов необходимы специальные мероприятия для снижения высоты зоны, обслуживаемой автотранспортом.

### Литература

1. Арсентьев А.И. Определение производительности и границ карьеров / А.И. Арсентьев. – М.: Недра, 1970. – 320 с.
2. Фионин Е.А. Влияние складов на производственную мощность карьеров / Е.А. Фионин // Сборник трудов международной научно-практической конференции «Топорковские чтения». Вып. IV., г. Рудный, 1999 г. – Рудный: РИИ МОН РК, 1999. – С. 254 - 262.
3. Фионин Е.А. Обоснование параметров и показателей звена перегрузки в глубоких карьерах / Е.А. Фионин // Проблемы развития горнодобывающих отраслей промышленности и безопасности контролируемого использования хризотилового волокна и хризотилсодержащих материалов: материалы Третьей междунар. научно-практической конференции, посвященной 40-летию АО «Костанайские минералы», г. Житикара, 14 - 15 сентября 2005 г. – Житикара: РГП «НЦ КПМС РК» МИТ РК, АО «Костанайские минералы», ИГД им. Д.А. Кунаева, 2005. – С. 414 - 419.



4. Фионин Е.А. Размещение перегрузочных складов в рабочей зоне карьера с учетом интенсивности горных работ / Е.А. Фионин // Инновационные технологии и проекты в горно-металлургическом комплексе, их научное и кадровое сопровождение: сборник трудов междунар. научно-практической конференции, г. Алматы, 18-19 марта 2014 г. – Алматы: КазНТУ МОН РК, 2014. – С. 304 - 308.