МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УССР

ДОНЕЦКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УГОЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

Д о н У Г И

М Е Т О Д И К А

ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЛАСТЕЙ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ПОДЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА ПО ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ И НАКЛОННЫМ ВЫРАБОТКАМ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Донецк, 1971

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УССР
ДОНЕЦКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УГОЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
Д о н У Г И

Утверждаю.

Заместитель министра
угольной промышленности
Украинской ССР

В.ЧЕБАНОВ

"24" ФЕВРАЛЯ 1971г.

М Е Т О Д И К А

ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЛАСТЕЙ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ПОДЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА ПО ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ И НАКЛОННЫМ ВЫРАБОТКАМ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

(С учетом динамики ведения горных работ и сечений горных выработок)

Согласовано:

Начальник
Технического управления
Министерства угольной
промышленности УССР — А.НЕХОРОШЕВ

Начальник
отдела подземного транспорта
и поверхности шахт МУП УССР — Е.КРОЛЬ

Донецк, 1971

А Н Н О Т А Ц И Я

В настоящей работе приведены графики областей рационального применения технически конкурирующих между собой средств подземного транспорта по протяженным горным выработкам угольных шахт с учетом основных и дополнительных затрат, сопутствующих рассматриваемым вариантам транспорта в конкретных горнотехнических условиях, и изложена методика их построения.

Построенные по методике графики областей эффективного применения средств транспорта обладают гибкостью и позволяют дать качественную и количественную характеристику сравниваемым вариантам.

Приводится порядок пользования построенными графиками.

Основные положения методики иллюстрируются примерами.

Методика предназначена для работников подземного транспорта шахт, проектных организаций и научно-исследовательских институтов угольной промышленности.

Работа выполнена под руководством проф., д.т.н. В.А.Пономаренко, инж. Дунаевым Г.А., инж. Осипенко И.П..

В выполнении работы принимала также участие инж. Васильева И.И.

I. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОБЛАСТЕЙ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СРЕДСТВ ТРАНСПОРТА

Эксплуатационные качества технологических схем транспорта, прежде всего, зависят от правильности выбора средств транспорта. Если технические области применения различных средств транспорта совпадают, то выбор того или иного варианта сочетаний основного и вспомогательного транспорта определяется экономической эффективностью его применения.

Задачу определения наиболее эффективных средств подземного транспорта в заданных горнотехнических условиях приходится решать при обосновании перспективности новых средств транспорта, их разработке, определении объемов применения новой техники, перспективном планировании развития горных предприятий и др.

Определение методики по выбору рационального вида и типов транспортных средств зависит от наличия исходных данных, необходимой точности и объема решаемой задачи, от требуемой оперативности.

Современная практика проектирования и эксплуатации подземного транспорта угольных шахт использует следующие методы для обоснования технических решений:

а) опыт работы действующих предприятий в аналогичных условиях и проектирования, основные технико-экономические направления развития промышленности на ближайшее время;

б) рассмотрение ограниченного числа (обычно двух-трех) инженерно-обоснованных (интуитивно выбранных) расчетных вариантов;

в) определение областей эффективного применения конкурирующих средств транспорта с помощью специальных графиков;

г) установление при заданном расположении транспортных выработок оптимального набора транспортных средств для отдельных участков и в целом для шахты с помощью теории графов;

д) установление на ЭЦВМ оптимальных средств подземного транспорта при заданном расположении транспортных выработок.

При обосновании технических решений опытом работы действующих шахт или рядом выполненных проектов обычно приводятся экономические показатели предприятия до и после внедрения рекомендуемых решений, данные о величине капитальных и основных эксплуатационных расходов, сравнительные стоимости эксплуатации видов транспорта. Результаты сравнения технически конкурирующих между собой видов транспорта по показателям, полученным по данным отчетности одной или нескольких шахт, распространяются на условия конкретно решаемой задачи.

Для установления рациональности отобранных для сравнения вариантов транспортирования определяются основные эксплуатационные и капитальные затраты. Критерием оценки проектных решений является величина приведенных затрат по каждому варианту, отнесенная к году или I т добычи. Учет весьма ограниченного и недостаточного числа влияющих факторов и их взаимосвязи при постоянстве величины грузопотока и длины транспортирования не дает уверенности в рациональности принятого решения и увеличивает возможность субъективной оценки проекта, что приводит подчас к неоднократным переработкам и корректировкам.

Установление рациональных средств транспорта с помощью теории графов [I4] или обращения к ЭЦВМ [I] производится, как правило, при комплексном определении схемы транспорта на стадии технического проекта. Привлечение теории графов позволяет "вручную", без обращения к быстродействующим вычислительным машинам, выбирать из большого числа сравниваемых вариантов наилучший набор транспортных средств. Однако при этом обычно не учитывается динамика изменения основных горнотехнических факторов: длины транспортирования и величины грузопотоков.

Использование теории графов и методики с применением ЭЦВМ при эскизной проработке отдельных проектных решений затруднительно, так как вопросы транспорта на этой стадии необходимо решать наиболее оперативно и иметь наглядную картину влияния основных факторов на области применения средств транспорта.

В этих случаях наиболее целесообразно пользоваться заранее вычисленными и построенными областями рационального применения различных средств транспорта. Из вышеуказанных графиков наибольшее распространение получили графики, выполненные в ДонУГИ [7, I2], ИГД им. А.А.Скочинского [I3] , МГИ и Центрогипрошахте [29, 30, 3I].

Однако используемые в практике проектных организаций методики построения областей применения различных средств транспорта и сами графики, построенные по этим методикам, обладают рядом недостатков, значительно уменьшающих ценность рекомендаций, получаемых при их помощи.

Некоторые графики, разработанные в начале шестидесятых годов и базировавшиеся на устаревших, по современным понятиям, технике и стоимостных показателях, к настоящему времени утеряли свою практическую ценность и представляют лишь методический интерес. Вышеуказанные графики и методики их построения имеют следующие недостатки.

I. Обычно области применения транспортных средств строятся при учете расходов, связанных с транспортированием заданного количества груза на заданную длину. Изменение длины транспортирования или грузопотока изменяет границы области. Может оказаться, что в течение некоторого периода эксплуатации транспортной системы выгодно одно транспортное средство, в течение второго периода - другое. В этих случаях графики не дают четких рекомендаций, какое из транспортных средств более выгодно.

2. Не всегда учитываются расходы, связанные с содержанием технически возможных в заданных условиях средств вспомогательного транспорта.

3. Не учитываются:

расходы, связанные с расширением существующей выработки или проведением новой, а также затраты на поддержание выработок при замене транспортных средств в условиях действующих шахт;

затраты, связанные с дополнительными объемами проведения транспортных выработок при одном варианте транспортирования по сравнению с другими в условиях, когда сечения выработок определялись габаритами транспортных средств;

4) расходы, связанные с заменой оборудования в условиях действующих шахт;

5) возможное изменение качества транспортируемого угля при изменении транспортных средств;

6) влияние простоев очистных забоев, обусловленных применением тех или иных транспортных средств, на экономичность принимаемых решений;

7) влияние резервов производительности транспортных установок на области их применения;

8) графики областей применения транспортных средств не дают количественной оценки экономичности принимаемых решений;

9) пользуясь графиками областей не всегда можно установить тип наиболее приемлемого для заданных условий транспортного средства.

В связи с отмеченными недостатками применяемые в настоящее время графики областей рационального применения средств транспорта лишены гибкости, а пользование ими без критической оценки иногда приводят к неправильным результатам.

В условиях конкретно решаемой задачи недооценка влияния отдельных дополнительных затрат, сопутствующих сравниваемым вариантам основного и вспомогательного транспорта, приводит к известному разрыву между практикой и экономическим расчетом.

Разработанная ДонУГИ методика построения графиков областей эффективного применения технически конкурирующих средств подземного транспорта и сами графики лишены вышеуказанных недостатков.

При наличии достаточно подробных исходных стоимостных показателей, учитывающих конкретные условия эксплуатации, возможно применение графо-аналитического метода (графиков областей) и при рабочем проектировании.

В этом случае при составлении сметы расходов на транспорт расчет следует вести по элементам затрат , отраженных в методике определения экономических показателей эффективности транспортных систем [4] .

Стоимостные параметры, используемые в работе

При выполнении настоящей работы в качестве основных принимаются стоимостные параметры по подземному транспорту, разработанные ДонУГИ [4, 22] и ДонУГИ совместно с Центрогипрошахтом [27]; в них учтены условия и специфика производства основных угольных бассейнов страны. Параметры динамичны. По мере изменения горнотехнических и прочих условий они могут уточняться по заранее составленным программам. С этой целью разработана "Методика определения экономических показателей эффективности транспортных систем угольных шахт"[4].

Стоимостными параметрами учтен ряд изменений социально-экономического плана, а также в технике и технологии подземной добычи угля, происшедших за последние годы. Стоимостные параметры характеризуются высокой степенью надежности - 90÷92 % [27].

В стоимостных параметрах по подземному транспорту учтены затраты на горные работы, выполнение которых непосредственно связано с применением транспортного оборудования (камеры гаражей, зарядные и преобразовательные подстанции, камеры приводных и натяжных устройств транспортных установок, перегрузочные пункты и т.д.). Для определения сравнительной разности в затратах на горные работы на протяженных участках для технически конкурирующих между собой вариантов транспортирования применяются соответствующие стоимостные параметры на проведение, расширение и поддержание горных выработок.

Стоимость проведения горных выработок определяется по стоимостным параметрам Центрогипрошахта [27]. Расчетная формула и числовые коэффициенты для определения затрат на проведение I пог. м горизонтальной выработки приведены в приложении 6. Справочные данные о средней расчетной стоимости проведения выработок, закрепленных стальной арочной крепью, для наиболее типичных условий Донбасса приведены в табл.3 приложения 6.

Полные затраты на расширение и перекрепление выработок до типового (унифицированного) сечения, установленного по габаритам транспортных средств, принимаются по данным ДонУГИ [9]. Стоимостные параметры на этот вид работ приведены в приложении 7.

Стоимостные параметры на поддержание выработок принимаются по данным работы [8] . Расчетные формулы и значения расчетных коэффициентов в зависимости от конкретных горногеологических и горнотехнических условий приведены в приложении 8.

При определении эффективности замены действующего оборудования новым в условиях конкретной шахты остаточная (недоамортизированная) стоимость ликвидируемого либо заменяемого старого оборудования определяется по данным бухгалтерского учета (форма № II годового отчета), или устанавливается путем сравнения фактических и нормативных сроков службы оборудования. В основу этого расчета положено допущение, что физический износ происходит пропорционально сроку службы оборудования.

Неучтенные стоимостными параметрами дополнительные затраты, связанные с необходимостью демонтажа и доставкой транспортного оборудования на действующих шахтах, определяются специальным сметным расчетом или по нормативам Гипроуглемаша [IO]. Если трудоемкость демонтажных работ данного или подобного оборудования не определена нормативами [IO] или действующими оценками, то стоимость демонтажа принимается на основании рекомендаций Центрогипрошахта [26].

Расчет средней стоимости монтажно-демонтажных работ по укорачиванию или удлинению I пог.м конвейеров приведен в приложении 9.

Если качество угля во время транспортирования при одном варианте заметно изменяется по сравнению с другим, то рассчитывается ущерб от этого изменения. Справочные данные по возможному измельчению угля в процессе транспортирования [28, 36] приведены в приложении IO. Однако, по возможности необходимо пользоваться данными бассейновых институтов. Ущерб необходимо определять по разнице прейскурантных цен на уголь по методике, изложенной в гл. УI.

Отпускная цена I т угля с учетом фактической зольности каждого сорта определяется по прейскуранту [23].

Снижение (увеличение) затрат, получаемое в результате изменения надежности системы транспорта, и связанного с этим изменения простоев транспорта, определяется по методике ДонУГИ [I9]. При этом используются рекомендации, приведенные в работах [20, IO]. При сравнении видов транспорта принимаются фактические

или заданные (нормативные) резервы производительности транспортных установок.

При расчете денежных затрат в случае отсутствия конкретных данных о величине "постоянных" расходов по рассматриваемой шахте, используются справочные данные ЦНИЭИУголь (см.приложение I5). Себестоимость I т угля принимается по данным отчетности шахт (в среднем по шахтам МУП УССР по данным отчетности за I970г. себестоимость I т угля составляла I3,2 руб.).

Удельный вес условно-постоянных расходов ($У$) в себестоимости при проектировании определяется по проектной структуре годовых затрат. Ориентировочно при новом строительстве или реконструкции шахт можно принимать $У = 0,4$ [24]. При этом условно-постоянные расходы должны определяться по проектной себестоимости добычи угля ($C_п$), руб./т.

При определении областей рационального применения средств транспорта в расчет принимаются эксплуатационные расходы с учетом эффективности капитальных вложений.

II. МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ОБЛАСТЕЙ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ТРАНСПОРТА ПО ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ ВЫРАБОТКАМ

§ I. Построение графиков

При построении графиков областей рационального применения средств транспорта последовательность работ должна быть следующей.

I. Устанавливаются технически возможные варианты основного и вспомогательного транспорта. При этом рассматриваются уже применяющиеся типы транспортных средств и намеченные к выпуску на ближайшую перспективу [6].

2. Из проектных вариантов устанавливаются технически конкурирующие между собой.

3. Определяются минимально необходимые по габаритам транспортных средств сечения выработок в свету.

4. Размеры поперечного сечения выработки определяются графическим способом путем нанесения на миллиметровую бумагу в масштабе размеров транспортного оборудования и зазоров, регламентированных Правилами безопасности.

Принимается ближайшее большее типовое (унифицированное) сечение.

На рис. I–I5 приложения I показано расположение некоторых сочетаний основных и вспомогательных средств транспорта в сечении выработки.

В таблице приложения I приведены минимальные унифицированные сечения горизонтальных выработок с металлической арочной трех- и пятизвеньевой крепью [32] при различных сочетаниях транспортных средств.

5. Подставляя в формулы стоимостных параметров по подземному транспорту [22] значения стоимостных коэффициентов, отражающих специфику принятых к сравнению технически конкурирующих между собой вариантов (средств) транспортирования в конкретных горнотехнических условиях, получаем функцию суточных затрат от величины основного грузопотока и длины транспортирования, т.е.

$$C = f(A_{сут}, L), \qquad (I)$$

где C – суточные затраты, руб./сут.;
$A_{сут}$ – суточный грузопоток угля, т/сут.;
L – длина транспортирования, км.

Приравняв правые части выражений (I) для обоих вариантов транспортирования, находим уравнения для определения таких значений суточного грузопотока и протяженности выработки, при которых применение рассматриваемых средств транспорта экономически равноценно.

Уравнения линий равных стоимостей для наиболее распространенных конкурирующих между собой вариантов сочетаний транспортных средств приведены в таблицах приложения 3 и 4. В общем виде формулы представляют следующую зависимость:

$$A_{сут} = f(L). \qquad (2)$$

При выводе вышеуказанных зависимостей принимались затраты непосредственно связанные с транспортированием грузов для наиболее характерных условий шахт Донбасса.

По зависимости (2) в координатах A и L строится основная линия равных стоимостей, являющаяся границей областей наиболее рационального применения технически и экономически конкурирующих средств основного транспорта в сочетании со вспомогательным.

График дает качественную характеристику экономически сравниваемым средствам транспорта при определенных условиях

6. Для количественной характеристики сравниваемых средств транспорта на ранее построенные графики наносится семейство кривых градиентов стоимости и вводится дополнительная шкала на оси абсцисс - C (руб./сут.). На график, построенный по п.5, наносится два рода дополнительных кривых:

а) семейство линий стоимостей, отклоняющихся от основной линии равных стоимостей на величину $\Delta C = \pm 50L$, руб./сут. На графике это пунктирные линии, расположенные соответственно выше и ниже от основной линии равных стоимостей (жирной линии). Для нахождения уравнений этих кривых к числителю выражений, приведенных в таблицах приложения 4, прибавляются последовательно дополнительные удельные суточные затраты ($\frac{\text{руб./сутки}}{\text{км}}$) с шагом 50,0 руб. на I км транспортирования, то есть $^{\text{км}}\ 50L$, $100L$, $150L$ и т.д. ($\frac{\text{руб./сут.}}{\text{км}}$) Дополнительные затраты можно представлять в виде среднесуточных за весь срок эксплуатации независимо от длины транспортной выработки. Однако это затрудняет проведение анализа рациональности сравниваемых вариантов при изменении длины транспортирования.

В настоящей работе принят первый вариант представления дополнительных затрат, то есть в виде удельных - $\frac{\text{руб./сутки}}{\text{км}}$;

б) линии суточных затрат на содержание каждого из сравниваемых вариантов транспортирования с определенным шагом изменения стоимости. Как показали проведенные исследования, для конвейерного транспорта шаг изменения стоимости (C') целесообразно принимать равным $\pm$ 5,0 руб./сут., а для локомотивного транспорта $\pm$ 50,0 руб.сутки.

Для построения вышеуказанных кривых по зависимости $C = f(A_{сут}, L)$ для конкретно сравниваемых вариантов транспортирования определяется ряд стоимостей при параметрах, определяемых точками, лежащими на ранее построенной линии равных стоимостей. Рекомендуется принимать ряд длин (L) с определенным шагом изменения, например, 0,5 км; I,0 км; I,5 км и т.д. и соответствующие этим значениям величины $A_{сут.}$. По полученным значениям C строится шкала стоимости, располагаемая ниже шкалы длин (L).

Прибавляя последовательно ряд значений C' к ранее полученной по уравнениям (I) стоимости соответственно для одного и другого варианта при известных длинах L_i находим соответствующие значения грузопотоков A_i' . При этом в общем виде

$$C + C' = f(A_i', L_i) \qquad (3)$$

Для удобства пользования графиками над каждой кривой проставляется значение дополнительных затрат относительно затрат, определяемых параметрами основной линии. С помощью кривых градиентов стоимости определяется количественная характеристика вариантов и могут быть уточнены границы области наиболее эффективного применения сравниваемых средств транспорта с учетом ряда дополнительных затрат, неучтенных стоимостными параметрами по подземному транспорту.

§ 2. Пример построения графиков областей рационального применения средств транспорта

Дано. Два варианта технически конкурирующих между собой сочетаний основного и вспомогательного транспорта, суточные расходы при которых определяются уравнениями:

при I варианте

$$C_I = 0{,}010AL + 183{,}55L + 22{,}2z + 63{,}82, \text{ руб/сутки;} \qquad (а)$$

при II варианте

$$C_{\tilde{i}} = A(0{,}013 + 0{,}148L) - 25{,}09L + 208{,}49, \text{ руб/сутки}, \quad (б)$$

где A – суточный грузопоток угля, т/сутки;

L – длина транспортирования, км;

z – суточное изменение длины транспортирования, км; по условию $z = 900$ м/год.

Определить сравниваемые области эффективного применения вариантов транспортных средств.

Решение.

I. Определяем параметры областей рационального применения вариантов транспортирования.

Приравниваем выражения (а) и (б)

$$0{,}010AL + 183{,}55L + 22{,}2z + 63{,}82 =$$

$$= A(0{,}013 + 0{,}148L) - 25{,}09L + 208{,}49.$$

Решаем полученное уравнение относительно A.

$$A = \frac{208{,}6L + 22{,}2z - 144{,}7}{0{,}138L + 0{,}013}. \quad (в)$$

2. В координатах $A-L$ по формуле (в) строим основную линию равных стоимостей; на рис.I. это сплошная жирная линия.

3. К числителю выражения (в) последовательно прибавляем $\pm 50{,}0L$; $\pm 100{,}0L$ и $\pm 150{,}0L$, т.е.

$$A = \frac{208{,}6L \pm 50{,}0L + 22{,}2z - 144{,}7}{0{,}138L + 0{,}013},$$

$$A = \frac{208{,}6L \pm 100{,}0L + 22{,}2z - 144{,}7}{0{,}138L + 0{,}013},$$

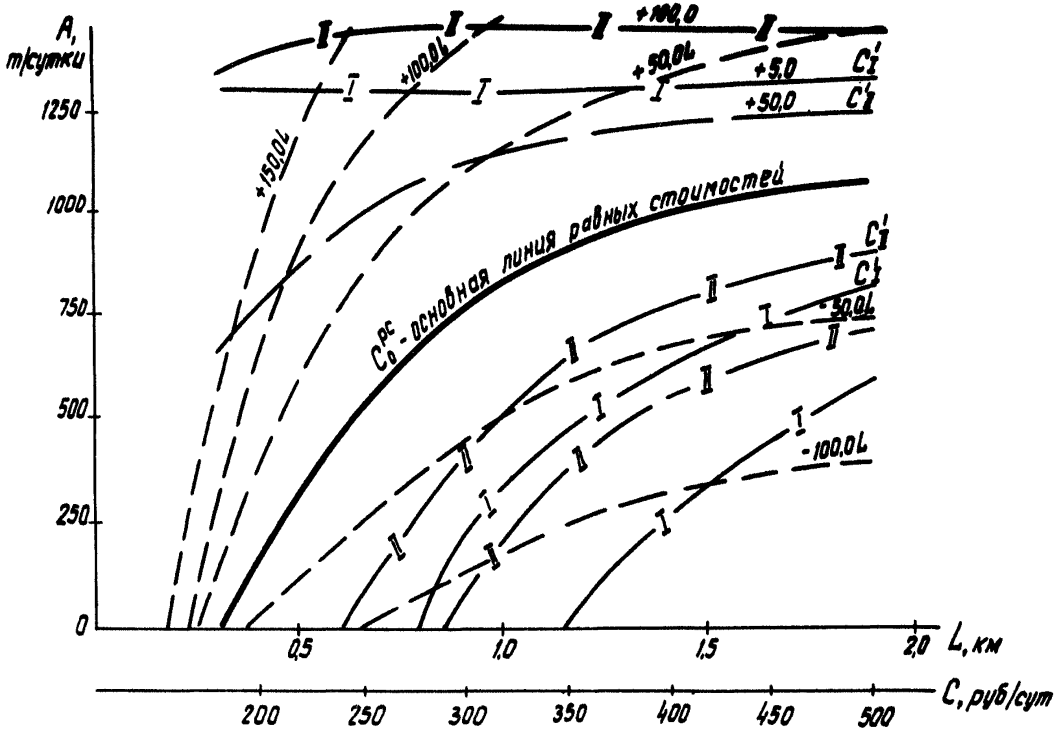

Рис.I. Пример графика областей рационального применения вариантов транспортирования

$$A = \frac{208,6L \pm 1500L + 22,2z - 144,7}{0,138L + 0,013}.$$

По этим формулам строим семейство линий стоимостей, отклоняющихся от основной линии равных стоимостей на величину $\Delta C = \pm 50$, руб./сутки.

На рис.I это пунктирные линии, расположенные выше и ниже от основной линии равных стоимостей.

4. Строим шкалу суточных затрат на транспортирование – C.

При различных длинах транспортирования L_i и значениях грузопотока A_i , определяемых основной линией равных стоимостей при этих длинах, находим соответствующие суточные затраты.

Так, например, для L_i = 0,5 км A_i = 330 т/сут.

$$C = 0,010AL + 183,55L + 22,2z + 63,82 = 0,010 \cdot 330 \cdot 0,5 +$$

$$+ 183,55 \cdot 0,5 + 22,2 \cdot 3 + 63,82 \approx 225 \text{ руб/сутки}$$

для L_i = I,0 км ; A_i = 840 т/сут.

$$C = 0,010 \cdot 840 \cdot 1,0 + 183,55 \cdot 1,0 + 22,2 \cdot 3 + 63,82 \approx 322 \text{ руб/сутки}$$

для L_i = I,5 км ; A_i = I030 т/сут.

$$C = 0,010 \cdot 1030 \cdot 1,5 + 183,55\,1,5 + 22,2 \cdot 3 + 63,82 = 411 \text{ руб/сутки}$$

и т.д.

По вычисленным значениям C строится шкала стоимостей.

5. Строим семейство кривых суточных затрат на содержание каждого из сравниваемых вариантов транспортирования с шагом изменения стоимости:

для I варианта $C_I' = \pm$ 5,0 руб./сут. и
для II варианта $C_{II}' = \pm$ 50,0 руб./сут.
(можно взять практически любой шаг изменения).

Для построения этих кривых находим ряд точек A_i из соответствующих выражений:

для I варианта

$$C_I + C_I' = 0{,}010AL + 183{,}55L + 22{,}2z + 63{,}82$$

$$A_i = \frac{C_I + C_I' - 183{,}55L - 22{,}2z - 63{,}82}{0{,}010L}$$

для II варианта

$$C_{II} + C_{II}' = A(0{,}013 + 0{,}148L) - 25{,}09L + 208{,}49$$

$$A_i = \frac{C_{II} + C_{II}' + 25{,}09L - 208{,}49}{0{,}013 + 0{,}148L}$$

Значения C_I и C_{II} принимаются формулами стоимостей для соответствующих длин L_i (а, б).

Например, L_i = I,0 км, C_I = 322 руб./сут. при C_I' = = + 5,0 руб./сут.

$$A_{+5,0} = \frac{C_I + C_I' - 18355L - 22{,}2z - 63{,}82}{0{,}010L} =$$

$$= \frac{322 + 5{,}0 - 183{,}55 \cdot 1{,}0 - 22{,}2 \cdot 3 - 63{,}82}{0{,}010 \cdot 1{,}0} \approx 1300\ м/сутки,$$

и т.д. для ряда точек.

На графике рис.I кривые суточных затрат показаны соответственно:

для I варианта ——————I————I——

для II варианта ——————II————II——

Так строятся все графики, представленные в приложении 5.

III. ГРАФИКИ ОБЛАСТЕЙ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ТРАНСПОРТА

Графики областей рационального применения средств транспорта строятся для технически конкурирующего между собой оборудования, рекомендуемого для применения в угольной промышленности [6].

В каждом конкретном случае технически целесообразные (возможные) варианты основного и вспомогательного транспорта определяются по действующим методикам инженерных расчетов систем подземного транспорта [2, 3, I7, 25].

При этом техническая возможность применения тех или иных типов транспортных средств (конвейеров, электровозов) определяется по пределам, указанным в технической характеристике последних.

Определяющими факторами здесь являются: требующаяся производительность транспортной установки, длина, план и профиль транспортной выработки, пыле-газовый режим и т.п.

Нормативные документы, опыт и интуиция инженеров-проектировщиков позволяют значительно сократить число рассматриваемых вариантов, исключив заведомо неудачные.

Представленные в приложении 5 графики областей построены для участкового и главного транспорта при сочетаниях средств основного и вспомогательного транспорта, показанных в табл. I, 2 и 3 приложения 4.

Для участкового транспорта принимались для сравнения ленточные и пластинчатые конвейеры с монорельсовыми канатными дорогами (до L = I,4 км) или малогабаритными электровозами и

электровозы сцепным весом 8-I4 т.

Для транспорта на основном горизонте - ленточные и пластинчатые конвейеры с электровозами сцепным весом I0 т и электровозы сцепным весом I4-28т.

Графики областей рационального применения средств транспорта построены в границах производительностей и длин транспортирования, определяемых технической характеристикой оборудования. Резерв производительности транспортного оборудования принят нормативный [25].

В зависимости от сложности гипсометрии пласта и искривленности транспортной выработки при построении графиков принято изменение длины става конвейера (см. графики приложения 5).

В общем случае для нахождения рационального сочетания средств основного и вспомогательного транспорта с помощью заранее построенных графиков достаточно знать два параметра - суточный грузопоток A и длину транспортирования L.

Графики эффективного применения между собой конвейеров различного типа не приводятся, так как каждому типу конвейеров соответствует своя техническая область применения.

В тех случаях, когда конвейеры различные по своим техническим данным и области применения практически близко подходят к заданным условиям эксплуатации, области применения их возможно определять по минимуму суточных затрат.

IУ. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЛАСТЕЙ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ТРАНСПОРТА С УЧЕТОМ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ЗАТРАТ

С помощью кривых градиентов стоимости, нанесенных на графики областей рационального применения средств транспорта, могут быть уточнены границы этих областей с учетом ряда дополнительных затрат, неучтенных стоимостными параметрами по подземному транспорту, по которым первоначально построен график.

Практически можно учесть любые дополнительные затраты, сопутствующие тому или другому варианту транспортирования. Необходимо лишь, чтобы эти затраты были пересчитаны на масштаб, принятый в графиках.

При этом в случае необходимости представляется возможность учесть затраты:

а) связанные с расширением существующей транспортной выработки до большего сечения, требующегося по габаритам транспортных средств, или проведением выработки большего сечения при одном варианте транспортирования по сравнению с другим ($\Delta C_{пр}$);

б) на поддержание транспортной выработки ($\Delta C_{под.}$) ;

в) связанные с заменой на транспортном участке действующего оборудования ($\Delta C_{об}$) в условиях рассматриваемой шахты (демонтаж, транспортные расходы, недоамортизированная часть балансовой стоимости ликвидируемого оборудования);

г) связанные с потерей добычи при принятых или фактических резервах производительности транспортных установок, их надежности и имеющей место неравномерности грузопотока ($\Delta C_{з}$).

Учесть:

д) ущерб от изменения качества угля по выходу отдельных марок в результате дополнительного измельчения при транспортировании ($\Delta C_{д}$);

е) прочие дополнительные затраты ($\Delta C_{р}$), соответствующие сравниваемым вариантам транспортирования, например, расходы, связанные с периодическим устранением перекоса конвейерного става при пучащей почве, осушением выработки в условиях высокой обводненности из-за нарушения стока воды при конвейеризации на пластах с неспокойной гипсометрией, ущерб потерь добычи, связанных с остановкой очистных забоев при замене транспортного оборудования и отсутствии резервных лав и др.

Учет этих затрат может серьезным образом отразиться на изменении первоначальной границы областей рационального применения сравниваемых вариантов транспорта.

При определении областей рационального применения средств транспорта для конкретных условий эксплуатации с учетом дополнительных затрат последовательность работ должна быть следующей:

I. Для принятых к сравнению вариантов выявляются и вычисляются дополнительные затраты, сопутствующие одному и другому варианту транспортных средств. Затраты сносятся на один

километр транспортной выработки в сутки (ΔC_i), $\frac{\text{руб./сутки}}{\text{км}}$.

Для графиков, построенных с шагом изменения дополнительных затрат в виде среднесуточных (см. стр. 11 пункт 6), дополнительные затраты вычисляются за весь срок эксплуатации выработки и сносятся на один сутки (ΔC_i), руб./сутки.

Графики, приведенные в приложении 5, построены с учетом удельных дополнительных затрат, $\frac{\text{руб./сутки}}{\text{км}}$.

2. Определяются суммарные дополнительные затраты, соответствующие этим вариантам и не учтенные стоимостными параметрами по подземному транспорту, например,

а) при конвейерном транспорте угля

$$\Delta C^к = \sum \Delta C_i^к = \Delta C_{пр.}^к + \Delta C_{под}^к + \Delta C_{об}^к + \Delta C_э^к + \Delta C_д^к + \Delta C_р^к, \ \frac{\text{руб/сут}}{\text{м}}; \quad (4)$$

б) при рельсовом транспорте угля

$$\Delta C^л = \sum \Delta C_i^л = \Delta C_{пр}^л + \Delta C_{под.}^л + \Delta C_{об.}^л + \Delta C_э^л + \Delta C_р^л, \ \frac{\text{руб/сут}}{\text{м}}, \quad (5)$$

где $\Delta C_i^л$ - элементы дополнительных затрат при локомотивном транспорте;

$\Delta C_i^к$ - элементы дополнительных затрат при конвейерном транспорте.

Обозначения отдельных элементов $\Delta C_i^л$ и $\Delta C_i^к$ приведены выше по тексту.

3. Определяется разность в дополнительных затратах для попарно сравниваемых конкурирующих между собой вариантов

$$\Delta C = \left(\Delta C^к - \Delta C^л\right), \ \frac{\text{руб./сут.}}{\text{м}}, \quad (6)$$

4. На графике областей рационального применения сравниваемых вариантов транспортных средств находится кривая равных стоимостей, соответствующая разности в дополнительных затратах ΔC_i.

Если ΔC имеет знак + (плюс), то искомая кривая равных стоимостей находится выше линии равных стоимостей без учета вышеуказанных дополнительных затрат, так называемой "нулевой" линии. Если ΔC имеет знак - (минус), то уточненная кривая равных стоимостей находится ниже "нулевой" линии. Это и есть уточненная граница областей рационального применения сравниваемых вариантов транспортирования.

5. По суточному грузопотоку и длине транспортирования определяется точка, которая, располагаясь на одной из частей графика, показывает эффективный вид транспорта при рассматриваемых параметрах откатки. Чем дальше от уточненной линии равных стоимостей располагается полученная точка, тем больше разница в стоимости транспортирования при одном варианте транспортных средств по сравнению с другим.

Для определения экономического эффекта от применения рационального варианта транспортирования необходимо:

I. Определить суточные приведенные расходы на содержание транспортной системы (только по транспорту) без учета дополнительных затрат при заданной нагрузке (A_i) и длине транспортирования (L_i).

Определение затрат производится с помощью шкалы суточных затрат C, кривых градиентов стоимости и масштабных коэффициентов по формулам:

а) для варианта I, например, конвейерного транспорта

$$C^{к} = C_{o}^{рс} + C_{к}' \frac{\delta}{\alpha} \quad \text{, руб./сут.,} \qquad (7)$$

б) для варианта II, например, локомотивного транспорта

$$C^{л} = C^{рс} + C_{л}' \frac{\delta}{\alpha} \quad \text{, руб./сут.,} \qquad (8)$$

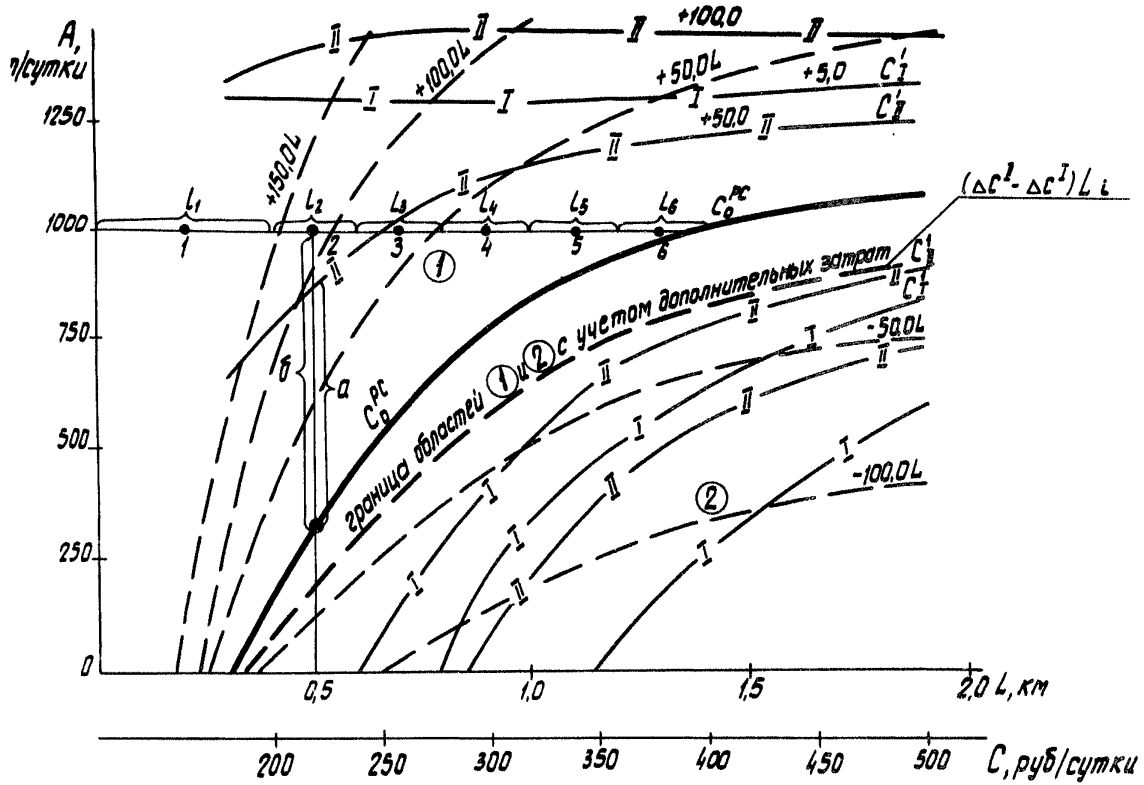

Рис.2. Определение областей рационального применения средств транспорта

где $C^к$, $C^л$ – суточные затраты на транспортирование при указанных параметрах (A_i, L_i), соответственно при конвейерном и локомотивном транспорте, руб./сут.;

$C_o^{ле}$ – суточные затраты на транспортирование, определяемые для грузопотока, величина которого лежит на линии равных стоимостей при заданной длине, руб./сут.;

$C'_к$, $C'_л$ – значение ближайшей кривой дополнительной стоимости соответственно для конвейерного и локомотивного транспорта;

$a, б$ – масштабные коэффициенты, определяемые по графику для каждой фиксированной длины (L_i), (см. рис.2).

2. Определить разницу в дополнительных затратах для сравниваемых вариантов по формуле

$$C_д^{II} = (\Delta C^{II} - \Delta C^{I}) L_i \text{ , руб./сутки,} \qquad (9)$$

где ΔC^I, ΔC^{II} – удельные дополнительные затраты, соответственно для I-го и 2-го вариантов транспортирования, $\frac{\text{руб./сутки}}{\text{км}}$;

L_i – длина транспортирования, при которой определяется разница в дополнительных затратах, км

3. Определить экономический эффект от применения более рационального варианта транспортирования по формуле

$$Э_{ф}^{I} = C_д^{II} + C^{II} - C^{I}, \text{ руб./сутки,} \qquad (10)$$

где C^I, C^{II} – стоимость транспортирования, соответственно для I-го и 2-го вариантов транспортирования, руб./сутки.

Формулы (9) и (10) приведены для случая, когда дополнительные затраты C_g для 2-го варианта выше, чем для I-го, и в общем I-й вариант более рациональный по сравнению со вторым.

4. Определить среднесуточные за весь срок эксплуатации приведенные расходы на содержание транспортной системы и экономический эффект от применения рационального варианта транспортирования с учетом дополнительных затрат:

а) для выработок, длина которых за период эксплуатации непрерывно изменяется.

Вышеуказанные затраты определяются как средневзвешенные для соответствующих длин транспортирования (ℓ_i)

$$C = \frac{C_1\ell_1 + C_2\ell_2 + C_3\ell_3 + \ldots + C_i\ell_i}{L} \text{ , руб./сутки,} \quad (11)$$

$$C_g = \Delta C \cdot \frac{L}{2} \text{ , руб./сутки,}$$

где L - первоначальная длина транспортной выработки.

Экономический эффект $Э_ф$ определяется по формуле (10).

б) для выработок, длина которых за период эксплуатации не изменяется

$$C_g = \Delta C L \text{, руб./сутки,}$$

C - определяется для фиксированной длины L ;

$Э_ф$ - определяется по формуле (10).

В главе УI приводятся данные, позволяющие с той или иной точностью и надежностью находить элементы суммы дополнительных затрат, необходимые для проведения вышеуказанных расчетов.

Исследования влияния дополнительных затрат на изменение границ рационального применения различных сочетаний транспортных средств показали:

I. Учет затрат, связанных с расширением существующей транспортной выработки до большего сечения, требующегося по

габаритам транспортных средств или проведением выработки большего сечения при одном варианте транспортирования по сравнению с другим, расширяет область конвейерного транспорта.

При практически возможных нагрузках на ярусные штреки наиболее рациональным сочетанием основных и вспомогательных средств транспорта являются ленточные конвейеры с монорельсовыми дорогами.

2. Ущерб от дополнительного измельчения угля при транспортировании значительно расширяет область локомотивного транспорта. При сечениях выработок, определяемых по фактору вентиляции, по ярусным штрекам практически при любых нагрузках выгоднее применение локомотивного транспорта по сравнению с конвейерным.

3. Учет затрат, связанных с потерей добычи при принятых или фактических резервах производительности транспортных установок, их надежности и имеющей место неравномерности грузопотока изменяет границу областей рационального применения конвейерного и локомотивного транспорта в ту или иную сторону от первоначальной (построенной только по стоимостным параметрам по подземному транспорту) в зависимости от величины резерва производительности одного и другого варианта.

Например, при работе комбайна К-52м и суточной нагрузке 1000 т потери добычи по указанным выше факторам при локомотивном транспорте (при R_n = 2,0) несколько выше, чем при применении конвейеров ЛЛ80. Это расширяет область рационального применения конвейерного транспорта.

У. МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ОБЛАСТЕЙ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ТРАНСПОРТА ПО НАКЛОННЫМ ГОРНЫМ ВЫРАБОТКАМ

I. Устанавливается возможное количество транспортных выработок, обслуживающих панель или лавы, отрабатываемые по восстанию (падению), и их сечений по фактору вентиляции.

2. Устанавливаются технически возможные в данных условиях сочетания транспортных средств в группе выработок.

Основным вопросом здесь является выбор рациональных средств вспомогательного транспорта (транспорт людей, породы,

материалов и оборудования).

При сравнении (выборе) средств основного транспорта возможны два случая:

а) рассматривается целесообразность замены существующих средств транспорта (бесконечная откатка, откатка одноконцевым или двухконцевым канатом) на более прогрессивный вид транспорта (конвейерный) в условиях действующей шахты при ее модернизации или реконструкции;

б) выбор средств транспорта для нового горизонта.

Во втором случае для транспортировки угля принимается, как правило, конвейерный вид транспорта, если угол наклона выработки позволяет установку конвейеров.

Транспорт людей возможен следующими средствами:

а) одноконцевым подъемом в пассажирских вагонетках;

б) моноканатной дорогой кресельного типа;

в) монорельсовой дорогой в пассажирских кабинах;

г) специальными конвейерами;

д) специальными грузолюдскими конвейерами в междусменный период и с помощью специальной вагонетки на грузолюдском подъеме для внутрисменной перевозки.

Транспорт породы, материалов и оборудования принимается, как правило, одноконцевым или двухконцевым подъемом.

Вышеуказанные средства транспорта могут располагаться в двух или трех выработках, образуя различные сравниваемые варианты.

3. Для каждого возможного варианта сочетаний транспортных средств (основного транспорта, вспомогательного для транспорта, для людей и материалов) определяются сечения всех транспортных выработок, исходя из габаритов транспортных установок и минимальных зазоров.

4. Транспорт горной массы (основной транспорт), вспомогательный транспорт породы, материалов, оборудования и транспорт людей рассматриваются как единая система транспорта.

Порядок определения затрат на содержание системы транспорта по группе наклонных выработок и построение графиков областей рационального применения технических возможных вариантов остает-

ся аналогичным изложенному в предыдущей методике для горизонтальных выработок (см. гл. П).

Применение графиков областей рационального применения средств транспорта по наклонным выработкам целесообразно на предпроектной (укрупненно) стадии. При разработке технического и рабочего проекта в условиях действующей или реконструируемой шахты используется "Методика разработки рекомендаций по замене непрогрессивных средств транспорта по наклонным выработкам более совершенными" [5].

УI. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАТРАТ ПРИ ПОЛЬЗОВАНИИ ГРАФИКАМИ ОБЛАСТЕЙ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ТРАНСПОРТА

§ I. Определение затрат на проведение (расширение) горной выработки

I. Пользуясь таблицей приложения I устанавливают минимально необходимые унифицированные сечения транспортных выработок для сравниваемых вариантов. Табличное сечение выработки, установленное по габаритам транспортных средств ($S_{св}^{тр}$), сравнивается с расчетным сечением, полученным по условиям вентиляции или фактическим сечением действующей выработки. Предполагается, что вышеуказанные сечения известны.

Если габариты транспортных средств приводят к необходимости увеличения сечения выработки, то определяется это увеличение

$$\Delta S = S_{св}^{тр} - S_{св}^{\ell}, \ м^2.$$

3. Определяются затраты на проведение дополнительного объема горной выработки за счет увеличения сечения на ΔS, то есть разницы в стоимости проведения I пог. м выработки сечением $S_{сл}^{тр}$ и $S_{сл}^{\ell}$. Сечение $S_{сл}^{тр}$ определяется для каждого из сравниваемых вариантов транспортирования.

Стоимость проведения определяется по стоимостным параметрам [27], выдержки из которых представлены в приложении 6.

4. Если требуется расширение действующей выработки до необходимого сечения, то затраты на эти работы определяются по стоимостным параметрам [9], выдержки из которых представлены в приложении 7.

5. Определяются средние затраты на один метр транспортирования в сутки ($\Delta C_{пр}$).

Для выработок, длина которых за период эксплуатации не изменяется

$$\Delta C_{пр} = \frac{C_{пр}}{t \cdot 300}, \ \frac{\text{руб./сутки}}{\text{м}}, \qquad (12)$$

Для выработок, длина которых за период эксплуатации непрерывно изменяется

$$\Delta C_{пр} = \frac{2 C_{пр}}{t \cdot 300}, \ \frac{\text{руб./сутки}}{\text{м}}, \qquad (13)$$

где $C_{пр}$ – разница в стоимости прохождения (расширения) I пог. м выработки сечением $S_{св}^{р}$ и $S_{сб}^{б}$, руб./пог. м;

t – срок службы выработки, лет.

§ 2. Определение затрат на поддержание горной выработки

I. Определяются затраты на поддержание горной выработки сечением, полученным по фактору вентиляции, и определенным габаритами транспортных средств (для каждого варианта). Затраты определяются за весь срок существования транспортной выработки по стоимостным параметрам [2, 4], выдержки из которых приведены в приложении 8.

2. Определяется среднесуточная стоимость поддержания I пог. м транспортной выработки для вышеуказанных сечений:

$$C^{в}_{под.сут.} = \frac{C^{в}_{под}}{L \cdot t \cdot 300}, \ \frac{\text{руб./сутки}}{\text{м}}, \qquad (14)$$

$$C^{тр}_{под.сут} = \frac{C^{тр}_{под}}{L \cdot t \cdot 300}, \ \frac{\text{руб./сутки}}{\text{м}}, \qquad (15)$$

где $C^{в}_{под.}$, $C^{в}_{под.сут}$ – затраты на поддержание транспортной выработки расчетным сечением по фактору вентиляции за весь срок эксплуатации и суточные затраты на I пог. м;

$C^{тр}_{под}$, $C^{тр}_{под.сут}$ – соответствующие затраты на поддержание выработки, сечение которой определено габаритами транспортных средств.

3. Определяются средние удельные дополнительные затраты на один метр транспортной выработки

$$\Delta C_{под} = C^{тр}_{под.сут} - C^{в}_{под.сут}, \ \frac{\text{руб./сутки}}{\text{м}}, \qquad (16)$$

§ 3. Определение затрат, связанных с заменой транспортного оборудования

Определение затрат, связанных с заменой транспортного оборудования в условиях действующих и реконструируемых шахт производится в следующей последовательности:

I. Определяется остаточная стоимость ($Ф_{о}$) заменяемого (ликвидируемого) оборудования, которое не может быть передано на другие участки для дальнейшей эксплуатации.

Как правило, эта стоимость определяется по данным бухгалтерского учета. При отсутствии таких данных остаточная стоимость устанавливается путем сравнения фактических и нормативных сроков службы оборудования по формуле

$$\Phi_o = \Phi_n \cdot \frac{T_н - T_ф}{T_н} \quad , \text{руб.}, \qquad (17)$$

где Φ_n - первоначальная стоимость основных фондов, руб.;

$T_н$ - нормативный (средний) срок службы оборудования, лет;

$T_ф$ - фактический срок службы, лет.

2. Определяется стоимость демонтажа заменяемого оборудования ($C_д$).

Стоимость демонтажа оборудования определяется по действующим ценникам или по справочным нормативам Гипроуглемаша [10]

В последнем случае величина денежных расходов на демонтаж определяется по формуле

$$C_д = C'_д \cdot П \cdot У \quad , \text{руб.} , \qquad (18)$$

где $C'_д$ - величина денежных расходов, приходящих на на I чел.-смену, отработанную по демонтажу оборудования, руб. Для Донбасса $C'_д$ = I3,2 руб.;

$П$ - трудоемкость демонтажных работ, чел.-смен на I т конструкций, для транспортного оборудования 3 чел.-смен.;

$У$ - вес демонтируемого оборудования, т.

Подставив средние значения $C'_д$ и $П$ в формулу (I8), получим

$$C_д = 13,2 \cdot 3 \cdot У = 39,6\, У \text{ руб.}$$

Если трудоемкость демонтажных работ данного или подобного оборудования не определена нормативами [10] или действующими ценниками, то стоимость демонтажа определяется в размере 8 % от стоимости оборудования, то есть

$$C_д = 0,08 \cdot \Phi_n , \text{ руб.},$$

3. Определяются средние суточные затраты от ликвидации оборудования, приходящиеся на I м транспортирования ($\Delta C_{об}$).

Для выработок, длина которых за период эксплуатации не изменяется,

$$\Delta C_{об.} = \frac{(1{,}05 \div 1{,}08)\Phi_0 + C_з - C_л}{300\ t\ L}, \frac{руб/сут.}{м}. \quad (19)$$

Для выработок, длина которых за период эксплуатации непрерывно изменяется

$$\Delta C_{об} = \frac{2[(1{,}05 \div 1{,}08)\Phi_0 + C_з - C_л]}{300 \cdot t \cdot L}, \frac{руб/сут}{м}, \quad (20)$$

где L – максимальная длина транспортирования;

I,05–I,08 – коэффициенты, учитывающие расходы на транспортирование демонтированного оборудования;

$C_л$ – ликвидационная стоимость оборудования; ликвидационная стоимость определяется условиями дальнейшего использования оборудования; при невозможности его применения ликвидационная стоимость рассчитывается по цене лома.

§ 4. Определение экономического ущерба от изменения качества угля в процессе транспортирования

Определение экономического ущерба от изменения качества угля по выходу отдельных марок в результате изменения переизмельчения при транспортировании (для антрацитовых шахт) определяется в следующей последовательности:

I. Определяется прирост выхода антрацита класса 0-6 мм в процессе транспортирования.

Расчет производится в соответствии с инструкцией ДонУГИ и ИГД им. А.А.Скочинского [23, 36], рекомендациями ШахтНИУИ[x], ЦНИЭУголь [28].

2. При наличии данных по выходу сортов антрацита до исследуемой цепочки транспортирования производится пересчет выхода сортов в результате увеличения выхода штыба.

3. Определяется средневзвешенная отпускная цена I т угля при сравниваемых вариантах транспортирования ($Ц_1$, $Ц_2$).

Расчет производится в соответствии с методикой [10].

Отпускная цена I т с учетом фактической зольности каждого сорта определяется по прейскуранту [23].

4. Определяется экономический убыток от изменения сортности антрацита по формуле [28]

$$Э_А = A_{сут}\left(Ц_1 - Ц_2\right), \text{ руб./сутки,} \qquad (21)$$

5. Определяется среднесуточный убыток, приходящийся на I м транспортирования ($\Delta Э_А$):

для выработок, длина которых за период эксплуатации постоянна,

$$\Delta Э_А = \frac{Э_А}{L}, \ \frac{\text{руб./сутки}}{\text{м}}, \qquad (22)$$

для выработок, длина которых за период эксплуатации непрерывно изменяется,

$$\Delta Э_А = \frac{2 \cdot Э_А}{L}, \ \frac{\text{руб./сутки}}{\text{м}}. \qquad (23)$$

Если получить данные по выходу отдельных сортов антрацита, а следовательно, средневзвешенной отпускной цены I т угля по данным вариантам невозможно, расчет $Э_А$ производится укрупненно по следующей формуле:

---

[x] Отчет по теме № I7 "Определение источников образования мелких классов и разработка рекомендаций по увеличению выхода сортового антрацита", Шахты, I960.

$$Э_д = \frac{A_{сут}\, a}{100} (Ц' - Ц''), \text{ руб./сутки,} \qquad (24)$$

где a – суммарный прирост выхода штыба при одном варианте по сравнению с другим, %;
$Ц''$ – оптовая цена за тонну угля марки АШ, руб./т;
$Ц'$ – оптовая цена за тонну угля марки АКО класса 25–100 >25.

§ 5. Определение затрат, связанных с потерей добычи при принятых или фактических резервах производительности транспортных установок

При построении графиков областей рационального применения технически конкурирующих средств транспорта принимаются фактические или нормативные коэффициенты резерва производительности транспортных установок [25]. Однако, как показали исследования [19], эти коэффициенты не являются оптимальными. Одинаковые резервы не обуславливают при различных по характеру работы во времени средств транспорта (непрерывного и периодического действия) равного технического эффекта. Основная линия равных стоимостей на построенных графиках не учитывает этого. Строить графики областей при оптимальных резервах производительности транспортных установок для постоянного пользования затруднительно, так как в каждом конкретном случае можем иметь различный по величине оптимальный резерв.

Однако с помощью кривых градиентов стоимости представляется возможным учесть затраты, связанные с потерей добычи при принятых резервах производительности транспортных установок, их надежности и имеющей место неравномерности грузопотока ($\Delta C_э$). Учет этих затрат позволяет более реально подойти к определению границ рационального применения сравниваемых вариантов транспортирования в зависимости от резерва производительности.

При расчете вышеуказанных затрат последовательность работ должна быть следующей.

А. Расчет потерь добычи при конвейерном транспорте

I. При заданных типах угледобывающих машин и доставочных механизмов в лаве определяется коэффициент машинного времени (вероятность работы "стандартного" выемочно-доставочного комплекса $K_{в.л.s}$)

$$K_{в.л.s} = \frac{\mu}{\alpha_т \cdot \lambda_а + \mu}, \qquad (25)$$

где μ, $\lambda_а$ – параметры потоков отказов забойных и транспортных систем; определяются по табл. I приложения II (Табл. I4, 20);

$\alpha_т$ – показатель, характеризующий простои, определяется по табл. 4, 5 приложения II.

2. Определяется средний минутный грузопоток за машинное время в течение суток ($P_м$)

$$P_м = \frac{A_{сут}}{60 \cdot T \cdot S \cdot K_{в.л.s}}, \text{ т/мин.}, \qquad (26)$$

где $A_{сут}$ – суточная добыча лавы (плановая), т/сутки;

T – продолжительность смены, час;

S – количество смен по добыче.

3. Определяется фактический резерв производительности конвейера ($P_{ф\ конв.}$)

$$R_{ф.конв.} = \frac{Q_п}{P_м}, \qquad (27)$$

где $Q_п$ – приемная способность конвейера, т/мин.

Приемная способность конвейера зависит от его конструкции и угла установки. Данные о возможной минутной приемной способ-

ности ленточных конвейеров, которые могут быть применены на горизонтальных и наклонных выработках, сведены в таблицу приложения I2.

4.Определяется среднеквадратическое отклонение минутных коэффициентов неравномерности за машинное время работы выемочной машины ($\sigma_{мм}$).

Величину $\sigma_{мм}$ в каждом конкретном случае устанавливают на основании данных хронометражных наблюдений по "Методикам и программам определения параметров неравномерности поступления грузов на транспортные установки непрерывного и периодического действия", разработанным ДонУГИ [33] .

В отдельных случаях при соответствующих производительностях величину $\sigma_{мм}$ можно определить по формулам, приведенным в работе [2I] . В таблице приложения I3 приведены вышеуказанные формулы.

Так, например, для комбайна К-52м

$$\sigma_{мм} = 0{,}38 \cdot 0{,}12^{\lg P_м},$$

для струга УСБ

$$\sigma_{мм} = 0{,}53 \cdot 0{,}44^{\lg P_м}.$$

5. Определяется среднеквадратическое отклонение коэффициента неравномерности минутного грузопотока из очистного забоя за общее время (сутки)

$$\sigma_{t.м} = \frac{2{,}78}{e^{2{,}3 K_{б.л} S}} + 0{,}75\,\sigma_{мм}. \qquad (28)$$

6. Определяется вероятность работы проектируемой конвейерной установки (коэффициент использования во времени)

$$K_{в.тр} = \frac{\mu}{\alpha_т \lambda_а + \mu}. \qquad (29)$$

Значения μ, λ_a, α_T принимаются по соответствующим таблицам приложения II.

7. Определяется максимальный коэффициент неравномерности работы установки (K_m)

$$K_m = R_{\varphi конв} \cdot K_{в тр} \ . \qquad (30)$$

8. Определяется квантиль вероятности коэффициента неравномерности, соответствующий резерву производительности транспортной установки (Z_R) при $K_{\varphi m} = 1$

$$Z_R = \frac{K_m - K_{ср.m}}{\sigma_{1.м}} \ . \qquad (31)$$

9. По таблице приложения I4 определяется функция потерь $(\Pi_{(ZR)})$

Так, например,

при $Z_R = 0{,}7$ $\Pi_{(ZR)} = 0{,}1395$

$Z_R = 2{,}0$ $\Pi_{(ZR)} = 0{,}0070$

I0. Определяется возможная потеря добычи (D_{SK})

$$D_{SK} = A_{сут} \sigma_{1m} \cdot \Pi_{ZR}, \text{ т/сутки,} \qquad (32)$$

где $A_{сут}$ – суточная добыча из лавы, т/сутки.

Б. Расчет потерь добычи при локомотивном транспорте

I. Зная емкость локомотивного состава Q_m, определяется время загрузки состава, исходя из среднеминутной производительности лавы за общее время ($P_{ср}$), то есть емкость состава в относительных единицах (в единицах времени)

$$E_{\tau m} = \frac{Q_m}{P_{ср}} , \qquad (33)$$

где $E_{\tau m}$ – емкость состава в единицах времени при среднеминутной производительности лавы $P_{ср}$;
Q_m – емкость локомотивного состава, т ;
$P_{ср}$ – среднеминутная производительность лавы

$$P_{ср} = \frac{A_{сут.}}{60TS}, \text{ т/мин.;} \qquad (34)$$

$A_{сут}$ – суточная плановая добыча лавы, т/сутки;
T – продолжительность смены, час.;
S – количество смен по добыче.

2. **Определяется действительное время загрузки состава** [19]

$$m = E_{\tau}^{[P]} + \frac{\tau \cdot \sigma_{1.м.} Z_{max}}{2} \left(\frac{\sigma_{1.м} Z_{max}}{2} - \sqrt{\frac{4E_{\tau}^{[P]}}{\tau} + \sigma_{1м}^2 Z_{max}} \right), \text{ мин.} \qquad (35)$$

где m – действительное время загрузки состава; мин.;
$E_{\tau}^{[P]}$ – емкость состава в единицах времени при среднеминутной производительности лавы $P_{ср}$, мин.;
$\sigma_{1м}$ – среднеквадратическое отклонение коэффициента неравномерности минутного грузопотока из очистного забоя;
$Z_{max}=3$ – квантиль вероятности отклонения коэффициента неравномерности за единичный период;
τ – единичный период, τ = I мин.

3. Определяется среднеквадратическое отклонение коэффициента неравномерности минутного грузопотока из очистного забоя за время загрузки состава [33] при τ = I мин.

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{1м}}{\sqrt{\frac{m}{\tau}}} . \qquad (36)$$

4. Определяется коэффициент использования локомотивной откатки во времени ($K_{в.тр.s}$) по формуле

$$K_{в.тр.s} = \frac{\mu}{\alpha_т \lambda_а + \mu} . \qquad (37)$$

Значения μ, $\lambda_а$ и $\alpha_т$ принимаются по соответствующим таблицам приложения II.

5. Определяется коэффициент неравномерности локомотивной откатки ($K_т$) по формуле

$$K_т = R_{ф.лок.} K_{в.тр.s} , \qquad (38)$$

где $R_{ф.лок.}$ - фактический резерв локомотивной откатки. $R_{ф.лок.}$ определяется по методике [3].

$$R_{ф.лок.} \geqslant R_{норм.},$$

где $R_{норм}$ - нормативный коэффициент резерва.

$R_{норм.}$ принимается для участкового транспорта 2,0; для магистрального $R_{норм} \geqslant 1{,}5$ [25] .

6. Определяется квантиль вероятности коэффициента неравномерности, соответствующий фактическому или нормативному резерву производительности транспортной установки по формуле

$$Z_R = \frac{K_т - K_{ср.т}}{\sigma_т} , \qquad (39)$$

где $\sigma_т$ - среднеквадратическое отклонение коэффициента неравномерности минутного грузопотока из очистного забоя за время загрузки состава $т$.

$$K_{ср.т} = 1.$$

По таблице приложения I4 определяется функция потерь $П_{(Z_R)}$ и соответствующая ей возможная потеря добычи $D_{s\,л}$

$$D_{s\,л} = A_{сут} \sigma_т П_{(Z_R)}, \quad т/сутки, \qquad (40)$$

где $A_{сут}$ – плановая суточная добыча лавы, т/сутки;

σ_m – среднеквадратическое отклонение коэффициента неравномерности минутного грузопотока из очистного забоя за время загрузки состава;

$П_{(z_0)}$ – функция потерь.

В. Расчет изменения затрат, получаемого в результате применения одного из сравниваемых транспортных средств с различной эксплуатационной надежностью

I. Определяется сравнительное изменение суточных затрат от изменения возможных потерь добычи

$$C_э = C_y \left(D_{э.л} - D_{э.к} \right), \quad \text{руб./сутки,} \qquad (41)$$

где C_y – условно-постоянные расходы в себестоимости I т угля, руб./т;

$$C_y = \frac{C_c \cdot y}{100}, \qquad (42)$$

где y – уровень условно-постоянных расходов себестоимости I т угля по шахте, % к полной себестоимости C_c; справочные данные [28] представлены в приложении I5;

C_c – себестоимость I т угля по шахте, руб./т.

Если результат $C_э$, полученный по формуле (41), имеет отрицательный знак, то, следовательно, при заданных условиях по фактору надежности более экономичен локомотивный транспорт по сравнению с конвейерным.

2. Суточные затраты $C_э$ относятся на I м транспортирования.

Для выработок, длина которых за период эксплуатации не изменяется,

$$\Delta C_э = \frac{|C_э|}{L}, \quad \frac{\text{руб./сутки}}{\text{м}}, \qquad (43)$$

Для выработок, длина которых за период эксплуатации непрерывно изменяется,

$$\Delta C_э = \frac{2|C_э|}{L}, \quad \frac{\text{руб./сутки}}{\text{м}}, \qquad (44)$$

где L - максимальная длина транспортной выработки.

3. Стоимость потерь добычи при конвейерном транспорте

$$C_э^к = C_у \cdot D_{э.к}, \text{ руб./сутки}, \qquad (45)$$

$$\Delta C_э^к = \frac{2 C_э^к}{L}, \quad \frac{\text{руб./сутки}}{\text{м}}, \qquad (46)$$

для выработок, длина которых за период эксплуатации изменяется,

$$\Delta C_э^к = \frac{C_э^к}{L}, \quad \frac{\text{руб./сутки}}{\text{м}}, \qquad (47)$$

для выработок постоянной длины.

4. Стоимость потерь добычи при локомотивном транспорте определяется аналогично расчету для конвейерного транспорта по формулам (45), (46), (47).

§ 6. Определение прочих дополнительных затрат, сопутствующих применению сравниваемых вариантов транспортирования

К дополнительным затратам могут быть отнесены расходы на выполнение таких работ, как:

а) периодическое устранение перекоса конвейерного става при поддувающей почве;

б) осушение выработки в условиях высокой обводненности из-за нарушения стока воды при нарушении нормативного продольного профиля, связанного с конвейеризацией на пластах с неспо-

койной гипсометрией;

в) ущерб от потерь добычи, связанных с остановкой очистных забоев при замене транспортного оборудования в условиях действующей шахты и отсутствии резервных лав и др.

Расчет этих затрат производится по действующим прейскурантам на горные работы, нормативам численности рабочих и по другим нормативным материалам, а также на основании фактических данных по действующим шахтам.

Дополнительные затраты, как и в предыдущих пунктах, относятся на I м транспортирования - ΔC_p (руб./сутки / м).

УП. ПРИМЕРЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЛАСТЕЙ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ПОДЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА

Пример I

Дано:

длина транспортирования L = I400 м;

суточный грузопоток угля $A_{сут}$ = I000 т;

гипсометрия пласта - сложная;

выработка позволяет установку ленточных конвейеров с длиной става $\ell_к \leq 250$ м;

порядок отработки лавы - обратный.

Определить:

а) рациональные средства основного и вспомогательного транспорта;

б) суточные приведенные затраты при выбранном варианте сочетаний транспортных средств;

в) суточную экономию от применения выбранного варианта по сравнению с конкурирующим без учета дополнительных затрат, сопутствующих сравниваемым вариантам транспортирования.

Решение

I. Устанавливаем технически возможные варианты основного и вспомогательного транспорта по участковому штреку в соответствии с нормативными материалами по подземному транспорту угольных шахт [3, I7, I8, 25 и др.] x).

Исходя из имеющихся данных и среднечасовой производительности лавы с нормативным коэффициентом резерва ($R_н = 2{,}0$)

$$Q_{сут} = \frac{A_{сут}\, R_н}{t_{сут}} = \frac{1000 \cdot 2{,}0}{3 \times 6 - 3} \approx 134 \text{ т/час}.$$

принимаем для экономического сравнения следующие варианты сочетаний основного и вспомогательного транспорта:

а) ленточный конвейер Л80 часовой производительностью 270 т/час в сочетании с монорельсовой дорогой (МГЛ, 8МКД-4м) или малогабаритным аккумуляторным электровозом (А5-2, АРП7);

б) локомотивы (АМ8, АРШ10, АРШ14).

2. По соответствующему графику областей рационального применения сравниваемых вариантов транспортирования определяем экономичный вариант.

Из графика (рис.I, приложение 5) видно, что при суточной нагрузке A = I000 т в пределах I300-I400 м и более попадаем в область локомотивного транспорта (электровозы АРШ10); а при длине менее I300 м - в область конвейерного транспорта (конвейер Л80 с монорельсовой дорогой). Следовательно, рациональными средствами транспорта для данных условий являются конвейеры Л80 и монорельсовая дорога.

3. Определяем средневзвешенные суточные затраты на содержание транспортной системы.

---

x) Требующаяся производительность транспортных установок более точно определяется при наличии данных о типе выемочной машины и ее минутной производительности по методикам [3, 33, 34, 35, I7] .

Затраты определяются по кривым градиентов стоимости, масштабным коэффициентам и шкале затрат C для ряда длин транспортирования. Как это делается, видно из рис. I приложения 5 (точки $f'; g'; 5; h'$).

При первоначальной длине транспортирования L_i = I,4 км. Стоимость транспортирования конвейерным транспортом

$$C^к = 400 - 5\frac{2}{38} = 400 \text{ руб/сутки};$$

локомотивным транспортом

$$C'' = 400 - 50\frac{2}{23} = 396 \text{ руб/сутки}.$$

При длине транспортирования L_i = I,300 км (точка I)

$$C_1^к = 380 + 5\frac{1}{33} = 380 \text{ руб/сутки}$$

$$C_1'' = 380 + 50\frac{1}{22} = 382 \text{ руб/сутки}.$$

При длине транспортирования L_i = I,I км (точка 2)

$$C_2^к = 380 + 5\frac{8}{40} = 341 \text{ руб/сутки};$$

$$C_2'' = 340 + 50\frac{8}{28} = 354 \text{ руб/сутки}.$$

При длине транспортирования L_i = 0,9 км (точка 3)

$$C_3^к = 300 + 5\,\frac{20}{52} = 302 \text{ руб/сутки},$$

$$C_3^л = 300 + 50\,\frac{20}{33} = 328 \text{ руб/сутки}.$$

При длине транспортирования L_i = 0,7 км (точка 4)

$$C_4^к = 260 + 5\,\frac{40}{72} = 263 \text{ руб/сутки},$$

$$C_4^л = 260 + 50\,\frac{40}{45} = 304 \text{ руб/сутки}.$$

При длине транспортирования L_i = 0,5 км (точка 5)

$$C_5^к = 220 + 5\,\frac{68}{100} = 223 \text{ руб/сутки},$$

$$C_5^л = 220 + 50\,\frac{68}{55} = 282 \text{ руб/сутки}.$$

При длине транспортирования L_i = 0,2 км (точка 6)
(стоимость транспортирования для этой длины определяется из основных формул – см. приложение 2)

$$C_6^к = 0{,}0025\,A + 176{,}3 = 0{,}0025 \cdot 1000 + 176{,}3 = 179 \text{ руб/сут.}$$

$$C_6^л = 0{,}050\,A + 202{,}2 = 0{,}050 \cdot 1000 + 202{,}2 = 252 \text{ руб/сут.}$$

Средневзвешенные суточные затраты при конвейерной системе

$$C^к = \frac{C_1^к l_1 + C_2^к l_2 + C_3^к l + C_4^к l_4 + C_5^к l_5 + C_6^к l_6}{L} =$$

$$= \frac{380 \cdot 200 + 341 \cdot 200 + 302 \cdot 200 + 263 \cdot 200 + 223 \cdot 200 + 179 \cdot 200}{1400} =$$

$$\approx 272 \text{ руб/сут.}$$

при электровозном транспорте

$$C^л = \frac{C_1^л l_1 + C_2^л l_2 + C_3^л l_3 + C_4^л l + C_5^л l + C_6^л l_6}{L} =$$

$$= \frac{382 \cdot 200 + 364 \cdot 200 + 329 \cdot 200 + 304 \cdot 200 + 282 \cdot 200 + 252 \cdot 200}{1400} =$$

$$\approx 309 \text{ руб/сут.}$$

Средняя суточная экономия от применения конвейерного транспорта, как рационального варианта в данных условиях, равна

$$Э_{ф}^{к} = C^л - C^к = 309 - 272 = 37 \text{ руб/сут.}$$

Пример 2

Дополнительно к исходным данным примера I дано:
годовое подвигание лавы $г = 900$ м/год;

сечение выработки по фактору вентиляции $S_{св}^{в} = 7,1$ м^2;
мощность пласта $m = 1,0$ м;
глубина разработки $H = 500$ м.

Определить границу областей рационального применения указанных в примере I вариантов транспортирования с учетом возможной разницы в затратах на проведение и поддержание транспортной выработки.

Р е ш е н и е

I. Определяем минимально необходимые по габаритам транспортных средств сечения выработок в свету - $S_{св}$.

В соответствии с "Нормативами путевого развития" [I8] при производительности погрузочного пункта I000 т/сутки и длине транспортирования I,4 км целесообразна откатка по двухпутевым выработкам.

По таблице приложения I определяем, что при ширине кузова вагона до I350 мм минимальное сечение двухпутевого штрека, закрепленного металлической арочной крепью, равна $S_{св} = 11,2$ м^2.

По той же таблице определяем, что минимальное сечение штрека, оборудованного ленточным конвейером ЛЛ80 и монорельсовой дорогой, должно быть:

при расположении дороги над конвейером $S_{св} = 7,1$ м^2,

при расположении дороги рядом со ставом конвейера $S_{св} = 8,9$ м^2.

В связи с неудобствами при транспортировании крупногабаритных грузов, а также неудобствами на погрузочно-разгрузочных работах, при расположении дороги над конвейером (см. приложение I рис.I), для сравнения вариантов принимаем расположение монорельсовой дороги рядом со ставом конвейера, то есть, $S_{св} = 8,9$ м^2 (рис.2, 3).

2. Определяем затраты на проведение дополнительного объема транспортной выработки за счет увеличения сечения по сравнению с сечением, требующимся из условия вентиляции ($S_{св}^{в}$).

а) определяем затраты на проведение I пог. м выработки.

Расчетная формула для определения этих затрат и расшифровка буквенных обозначений приведена в приложении 6.

$$K_{пр} = (K_1 S + K_2 + K_3) \rho \rho_к \rho_{сбл}, \text{ руб/пог.м}$$

для $S_{св}^{в} = 7{,}1$ м^2

$$K_{пр}^{в} = (16{,}6 \cdot 7{,}1 + 35 + 0)\, 1{,}6 \cdot 1{,}04 \cdot 1{,}03 = 262 \text{ руб/пог.м}$$

для $S_{св}^{к} = 8{,}9$ м^2

$$K_{пр}^{к} = (16{,}6 \cdot 8{,}9 + 35 + 0)\, 1{,}6\ 1{,}04 \cdot 1{,}03 = 314 \text{ руб/пог.м}$$

для $S_{св}^{II} = 11{,}2$ м^2

$$K_{пр}^{II} = (16{,}6\ 11{,}2 + 35 + 17) \cdot 1{,}6 \cdot 1{,}04 \cdot 1{,}03 = 408 \text{ руб/пог.м}$$

б) определяем срок службы выработки

$$t = \frac{L}{г} = \frac{1400}{900} \approx 1{,}6 \text{ года},$$

где L – первоначальная длина транспортирования, м.

в) определяем разницу в стоимости проведения 1 пог. м для сравниваемых вариантов транспортирования по сравнению с требуемым по вентиляции

при конвейерном транспорте

$$C_{пр}^{к} = K_{пр}^{к} - K_{пр}^{в} = 314 - 262 = 52 \text{ руб/пог.м}$$

при локомотивном транспорте

$$C_{пр}^{II} = K_{пр}^{II} - K_{пр}^{в} = 408 - 262 = 146 \text{ руб/пог.м}$$

г) определяем средние дополнительные затраты на один метр транспортирования в сутки ($\Delta C_{пр}$)

при конвейерном транспорте

$$\Delta C^{к}_{пр} = \frac{2 \cdot C^{к}_{пр}}{t \cdot 300} = \frac{2 \cdot 52}{1,6 \cdot 300} = 0,217 \frac{руб/сутки}{м};$$

при локомотивном транспорте

$$\Delta C^{л}_{пр} = \frac{2 \cdot C^{л}_{пр}}{t \cdot 300} = \frac{2 \cdot 146}{1,6 \cdot 300} = 0,610 \frac{руб/сутки}{м}.$$

3. Определяем затраты на поддержание дополнительного объема транспортной выработки за счет увеличения сечения по сравнению с сечением, требующимся из условия вентиляции ($S^{б}_{св}$):

а) определяем стоимость поддержания горной выработки (см. приложение 8).

За весь срок существования транспортной выработки при обратном порядке отработки

$$C_{под} = 0,5 \gamma \cdot S \cdot K_{н} \cdot K_{у} t \cdot (k'_{о} L + 0,6 K_{о} K_{т} \ell^{1,5}_{т}), \text{ руб}$$

при глубине разработки $H = 500$ м

$$K_{н} = 0,0035 (H - 114) = 0,0035 (500 - 114) = 1,35,$$

при мощности пласта $m = 1,0$ м

$$K_{т} = 0,425 (1,35 + m) = 0,425 (1,35 + 1) = 1,0,$$

при конвейерном транспорте длина тупика $\ell_{т}$, поддерживаемого в выработанном пространстве, принимаем $\ell_{т} = 12$ м,

при локомотивной откатке $\ell_{т} \approx \ell_{с}$, где $\ell_{с}$ – длина локомотивного состава;

$$\ell_{т} \approx 50 м,$$

тогда величина $\ell^{1,5}_{т}$ равна

при конвейерном транспорте

$$\ell g \ell_т^{1,5} = 1,5 \ell g \ell_т = 1,5 \ell g 12 = 1,5 \cdot 10792 = 1,62; \quad \ell_{т.к}^{1,5} = 41,69$$

при локомотивном транспорте

$$1,5 \ell g 50 = 1,5 \cdot 1,699 = 2,55; \quad \ell_{т.л} = 354,8$$

Стоимость поддержания выработки сечением $S_{св} = 7,1$ м^2 (по фактору вентиляции) за весь срок службы

$$C^{в}_{под} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 7,1 \cdot 1,35 \cdot 1 \cdot 1,6(0,3 \cdot 1400 + 0,6 \cdot 1,3 \cdot 1,0) \approx 3535 \text{ руб.}$$

Стоимость поддержания выработки сечением $S_{св} = 8,9$ м^2 (при конвейерном транспорте) за весь срок службы

$$C^{к}_{под} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 8,9 \cdot 1,35 \cdot 1 \cdot 1,6(0,3 \cdot 1400 + 0,6 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 41,69) \approx 4770 \text{ руб.}$$

Стоимость поддержания выработки сечением $S_{св} = 11,2$ м^2 (при локомотивном транспорте) за весь срок службы

$$C^{л}_{под.} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 11,2 \cdot 1,35 \cdot 1 \cdot 1,6(0,3 \cdot 1400 + 0,6 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 354,8) \approx$$
$$\approx 9250 \text{ руб.}$$

б) определяем среднесуточную стоимость поддержания I пог. м транспортной выработки при $S_{св} = 7,1$ м^2

$$C^{в}_{под\ сут} = \frac{C^{в}_{под} \cdot 2}{L \cdot t \cdot 300} = \frac{2 \cdot 3535}{1400 \cdot 1,6 \cdot 300} = 0,0105 \frac{\text{руб/сутки}}{\text{м}},$$

при $S_{св} = 8{,}9$ м^2 (конвейерный транспорт)

$$C^{к}_{под.сут} = \frac{C^{к}_{под.} 2}{L \cdot t \, 300} = \frac{2 \cdot 4770}{1400 \cdot 1{,}6 \cdot 300} = 0{,}0142 \ \frac{руб./сутки}{м};$$

при $S_{св} = 11{,}2$ м^2 (локомотивный транспорт)

$$C^{л}_{под.сут} = \frac{C^{л}_{под.} 2}{L \cdot t \cdot 300} = \frac{2 \cdot 9250}{1400 \cdot 1{,}6 \cdot 300} = 0{,}275 \ \frac{руб./сутки}{м};$$

в) определяем средние дополнительные затраты на один метр транспортирования в сутки (ΔC) при конвейерном транспорте

$$\Delta C^{к}_{под.} = C^{к}_{под.сут} - C^{в}_{под.сут} = 0{,}0142 - 0{,}0105 = 0{,}0037 \ \frac{руб./сутки}{м};$$

при локомотивном транспорте

$$\Delta C^{л}_{под.} = C^{л}_{под.сут} - C^{в}_{под.сут} = 0{,}0275 - 0{,}0105 = 0{,}0170 \ \frac{руб./сутки}{м}$$

4. Определяем разность в затратах на дополнительный объем транспортной выработки за счет увеличения сечения при одном варианте транспортирования по сравнению с другим:

при конвейерном транспорте

$$\Delta C^{к} = \Delta C^{к}_{пр} + \Delta C^{к}_{под} = 0{,}217 + 0{,}0037 = 0{,}2207 \ \frac{руб./сутки}{м};$$

при локомотивном транспорте

$$\Delta C^{л} = \Delta C^{л}_{пр.} + \Delta C^{л}_{под.} = 0{,}610 + 0{,}017 = 0{,}627 \ \frac{руб./сутки}{м};$$

$$\Delta C = \Delta C^{к} - \Delta C^{тр} \cdot 0{,}2207 - 0{,}627 = -0{,}4063 \ \text{руб/сутки}.$$

5. Определим уточненную границу областей.

Так как конвейерный транспорт дает меньшие дополнительные затраты, то границы областей рационального применения сравниваемых вариантов транспортирования располагаются ниже основной линии равных стоимостей на величину 406,3 $\frac{\text{руб./сут.}}{\text{км}}$, то есть, искомая граница будет проходить по одной из семейства кривых со значением, близким к $400L$.

На графике (рис.I приложение 5) данная кривая не показана, так как всю область графика при такой разнице в суточных затратах занимает область рационального применения конвейерного транспорта.

Таким образом, при параметрах транспортирования, заданных условием примера (A = I000 т/сутки, L = I400 м), и учете разницы в затратах на проведение и поддержание транспортной выработки, рациональным вариантом транспорта является сочетание конвейеров типа ЛЛ80 и монорельсовой канатной дороги.

Пример 3

Дополнительно к условиям примеров I и 2 уточнить границу областей рационального применения вариантов транспортирования с учетом ущерба от изменения выхода угля класса 0–6 мм в процессе транспортирования.

Решение

I. Определяем прирост выхода угля класса 0–6 мм при одном варианте транспортирования по сравнению с другим.

Расчет прироста выхода угля класса 0–6 мм ведем по упрощенному методу, предложенному ШахтНИУИ (см. главу УI).

Исходные данные и расчет сведены в табл.I. Расчет произведен для средней длины транспортирования L_i = 700 м.

Из табл.I видно, что прирост выхода угля класса 0–6 мм при транспортировании конвейерами, по сравнению с откаткой в вагонетках, равен α = I,8 %.

Таблица I

Расчет прироста выхода угля класса 0-6 мм в процессе транспортирования (к примеру 3)

№-№ п/п	Процессы	Выход класса 0-6 мм, %	
		При транспортировке конвейерами	При транспортировке угля в вагонетках электровозами
I.	Перепад с лавного конвейера на хвостовой конвейер (скребковый конвейер или перегружатель)		
	высота свободного падения 0,5 м	0,6х0,5=0,3	
	желоб (течка) длиной 2,0 м	0,2х2,0=0,4	
2.	Погрузка угля в вагонетки при высоте падения угля		
	I,2 - I,8 м	-	I,I
3.	Транспортирование скребковым конвейером длиной до I00 м	I,0	-
4.	Перегрузка со скребкового конвейера на ленточный		
	высота свободного падения 0,5 м	0,6х0,5=0,3	
	желоб (течка) длиной I,0 м	0,2хI,0=0,2	-
5.	Перегрузка с ленточного конвейера на ленточный (аналогично п.4) при среднем количестве перегрузок - 3		
	№ I	0,5	
	№ 2	0,5	
	№ 3	0,5	
6.	Транспортирование по ленточным конвейерам (без перегрузок) при средней длине транспортирования ≈ 600 м	0,Iх6=0,6	

Продолжение табл.I

7.	Разгрузка вагонеток в бункер-разгрузочную яму		
	при высоте свободного падения в среднем 2 м	0,6х2,0=I,2	
	скатывание по днищу (желобу) длиной 3,5 м	0,2х3,5=0,7	
8.	Перегрузка с конвейера в бункер на сопряжении с наклонной выработкой		
	при высоте свободного падения I м	0,6хI,0=0,6	
	по желобу длиной 3 м	0,2х3,0=0,6	
9.	Транспортировка в вагонетках при средней длине транспортирования 700 м	-	0,Iх7=0,7
	Суммарный прирост выхода штыба в процессе транспортирования	5,5	3,7
	Сравнительный прирост выхода штыба	+ I,8	

2. Определяем ущерб от переизмельчения угля при конвейерном транспорте ($Э_A$) по формуле (24)

$$Э_A = \frac{A_{сут.}\, a}{100}\left(Ц' - Ц''\right) = \frac{1000 \cdot 1{,}8}{100}\left(22{,}70 - 9{,}90\right) =$$

$$= 230{,}4 \text{ руб/сутки},$$

где $Ц'$ – отпускная цена угля марки АКО 25–100 > 25;

$Ц''$ – отпускная цена угля марки АШ < 6 ;

$Ц'$, $Ц''$ – определяются по прейскуранту [23].

3. Определяем уточненную границу областей рационального применения рассматриваемых вариантов транспортирования (рис.I, приложение 5):

а) с учетом только ущерба от измельчения.

Граница проходит выше основной линии равных стоимостей на величину дополнительных суточных затрат 230,4 руб./сутки, расширяя область локомотивного транспорта по сравнению с исходной, изображенной на графике.

Для нахождения этой кривой приводим суточные затраты к масштабу, принятому при построении графиков, то есть к I м транспортирования

$$\Delta Э_A = \frac{2\, Э_A}{L} = \frac{230{,}4 \cdot 2}{1400} = 0{,}329 \frac{\text{руб/сутки}}{м},$$

или 329 руб./сутки на I км.

Практически в пределах заданных параметров транспортирования всю область графика занимает область рационального применения локомотивной откатки электровозами сцепным весом I0 т.

б) с учетом разницы в сечениях транспортной выработки и измельчения

$$\Delta C = \Delta C^{к} - \Delta C^{л} = -0{,}4068 + 0{,}329 \quad -0{,}0773 \frac{\text{руб./сутки}}{м},$$

т.е. граница областей рационального применения конвейеров ЛЛ80 и электровозов лежит ниже основной линии равных стоимостей ($-77{,}3L$).

Таким образом, при параметрах транспортирования A = = I000 т/сутки и L = I400 м при учете дополнительных затрат, связанных с измельчением угля при транспортировании, и затрат на проведение и поддержание выработки рациональным вариантом транспорта является сочетание конвейеров типа ЛЛ80 и монорельсовой канатной дороги.

П р и м е р 4

Дополнительно к условиям примеров I, 2 и 3 дано:

резерв производительности транспортной установки на участке нормативный $R_н = 2{,}0$;

аккумулирующей емкости при конвейерном транспорте под лавой не предусматривается;

емкость электровозного состава Q_m = 40 т;

выемочная машина в лаве – комбайн К-52м;

себестоимость I т угля C_c = I3,2 руб.;

уровень условно-постоянных расходов в себестоимости I т угля y = I8 %.

Уточнить границу областей рационального применения вариантов с учетом затрат, связанных с потерей добычи при принятых резервах производительности транспортных установок, их надежности и имеющей место неравномерности грузопотока.

А. Расчет потерь добычи при конвейерном транспорте

I. Определяем коэффициент машинного времени при работе в лаве комбайна К-52м ($K_{в.л.з}$) по формуле(25)[x]

$$K_{в.л.з} = \frac{\mu}{\alpha + \lambda_a + \mu} = \frac{4{,}59 \cdot 10^{-2}}{0{,}690 \cdot 9{,}54 \cdot 10^{-3} + 4{,}59\,10^{-2}} = 0{,}47.$$

[x] Расшифровка каждого буквенного обозначения здесь и далее в примере приведена в гл.УI.

Значения параметров μ, α_T, λ_a принимаются по таблицам приложения II.

2. Определяем средний минутный грузопоток за машинное время в течение суток ($P_м$) по формуле (26)

$$P_м = \frac{A_{сут}}{60 \cdot T \cdot S \, K_{в.нз}} = \frac{1000}{60 \cdot 6 \cdot 3 \cdot 0{,}47} = 2{,}0 \text{ т/мин.}$$

3. Определяем фактический резерв производительности конвейера ($R_{ф.\,конв.}$) по формуле (27)

$$R_{ф.\,конв.} = \frac{Q_п}{P_м} = \frac{5{,}4}{2{,}0} = 2{,}7,$$

где $Q_п$ – приемная способность конвейера, т/мин.

4. Определяем среднеквадратическое отклонение минутных коэффициентов неравномерности за машинное время работы комбайна К-52м.

По таблице приложения I3 находим расчетную формулу для определения $\sigma_{мм}$

$$\sigma_{мм} = 0{,}38 \cdot 0{,}12^{\lg P_м} = 0{,}38 \cdot 0{,}12^{\lg 2{,}0};$$

$$\lg 2{,}0 = 0{,}3010; \qquad \sigma_{мм} = 0{,}38 \cdot 12^{0{,}3010}$$

$$\lg \sigma_{мм} = \lg 0{,}38 + 0{,}3010 \cdot \lg 12 = \bar{1}{,}5798 + 0{,}3010 \cdot 1{,}0792 =$$

$$= -0{,}4202 + 0{,}3010 \cdot (-0{,}9208) = -0{,}4202 - 0{,}276 =$$

$$= 0{,}696 = \bar{1}{,}304,$$

$$\lg \sigma_{мм} = \bar{1}{,}304. \qquad \sigma_{мм} = 0{,}2014.$$

5. Определяем среднеквадратическое отклонение коэффициента неравномерности минутного грузопотока из очистного забоя за общее время (сутки) по формуле (28)

$$\sigma_{1.м} = \frac{2,78}{e^{2,3 K_{в.л.с}}} + 0,75\sigma_{мм} = \frac{2,78}{e^{2,3 \cdot 0,47}} + 0,75 \cdot 0,2044 =$$

$$= 0,93 + 0,151 = 1,081.$$

6. Определяем коэффициент использования конвейерной установки во времени по формуле (29)

$$K_{в\,тр} = \frac{\mu}{\alpha_т \lambda + \mu} = \frac{5,40 \cdot 10^{-2}}{0,722 \cdot 1,04 \cdot 10^{-2} + 5,40 \cdot 10^{-2}} = 0,876.$$

7. Определяем расчетный коэффициент неравномерности работы установки ($K_т$) по формуле (30)

$$K_т = R \cdot K_{в.тр} = 2,7 \cdot 0,876 = 2,365.$$

8. Определяем квантиль вероятности коэффициента неравномерности, соответствующий резерву производительности транспортной установки (Z_R) по формуле (3I)

$$Z_R = \frac{K_т - K_{ср.т}}{\sigma_{1.м}} = \frac{2,365 - 1}{1,081} = \frac{1,365}{1,081} = 1,26.$$

9. По таблице приложения I4 определяем функцию потерь $\Pi(Z_R)$

при $Z = 1,26$ $\quad \Pi(Z_R) = 0,0473.$

10. Определяется потеря добычи по формуле (32)

$$D_{SK} = A_{сут}\, \sigma_{1м}\, \Pi(z_R) = 1000 \cdot 1{,}081 \cdot 0{,}0473 = 51{,}13 \approx 51 \frac{т}{сут}$$

Б. Расчет потерь добычи при локомотивном транспорте

1. Принимая емкость локомотивного состава $Q_m = 40$ т, определяем время загрузки состава, исходя из среднеминутной производительности лавы за общее время работы ($P_{ср}$), то есть, емкость состава в относительных единицах (в единицах времени).

Расчет производим по формуле (9)

$$E_{т.м} = \frac{Q_m}{P_{ср}} = \frac{40}{0{,}93} = 43 \text{ мин.},$$

где $E_{т.м}$ – емкость состава в единицах времени, мин.,

среднеминутная производительность лавы равна

$$P_{ср} = \frac{A_{сут}}{60 \cdot T \cdot S} = \frac{1000}{60 \cdot 6 \cdot 3} = 0{,}93 \text{ т/мин.}$$

2. Определяем действительное время загрузки состава по формуле (35)

$$m = E_{\tau}^{[P]} + \frac{\tau \cdot \sigma_{1м} \cdot z_{max}}{2} \left(\frac{\sigma_{1м} \cdot z_{max}}{2} - \sqrt{\frac{4E_{\tau}^{[P]}}{\tau} + \sigma_{1м}^2 \cdot z_{max}^2} \right)$$

$$= 43 + \frac{1 \cdot 1{,}081 \cdot 3}{2} \left(\frac{1{,}081 \cdot 3}{2} - \sqrt{\frac{4{,}43}{1} + 1{,}081^2 \cdot 3^2} \right) =$$

$$= 23{,}7 \text{ мин.}$$

3. Определяем среднеквадратическое отклонение коэффициента неравномерности минутного грузопотока из очистного забоя за время загрузки состава по формуле (36)

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{1м}}{\sqrt{\frac{m}{c}}} = \frac{1,081}{\sqrt{\frac{237}{1}}} = 0,222.$$

4. Определяем коэффициент использования локомотивной откатки во времени ($K_{в.тр.s}$) по формуле (37)

$$K_{в\,тр\,s} = \frac{\mu}{\alpha_т \lambda_{а\,т} \mu} = \frac{3,55 \cdot 10^{-2}}{0,89 \cdot 3,77\,10^{-2} + 3,55 \cdot 10^{-2}} = 0,514.$$

5. Определяем расчетный коэффициент неравномерности локомотивной откатки (K_m) по формуле (38)

$$K_m = R_{ср.лок}\, K_{в\,тр\,s} = 2 \cdot 0,514 = 1,028.$$

6. Определяем квантиль вероятности коэффициента неравномерности, соответствующий нормативному резерву производительности транспортной установки ($R = R_н = 2,0$) по формуле (39)

за время m

$$Z_R = \frac{K_m - K_{ср\,m}}{\sigma_m} = \frac{1,028 - 1}{0,222} = \frac{0,028}{0,222} = 0,126.$$

7. По таблице приложения I4 определяем функцию потерь и соответствующую ей потерю добычи

при $Z = 0{,}126$ $\quad П(Z_R) = 0{,}3352$

(при $Z = 0{,}12$ $\quad П(Z_R) = 0{,}3378$

при $Z = 0{,}13$ $\quad П(Z_R) = 0{,}3335$)

По формуле (40)

$$D_{з.л} = A_{сут} \cdot б_т \, П(Z_R) = 1000 \cdot 0{,}222 \cdot 0{,}3352 = 74{,}14 \approx$$
$$\approx 74 \, т/сутки$$

8. Расчет изменения затрат, получаемых в результате различной величины потерь добычи при конвейерном и локомотивном транспорте.

I. Сравнительное снижение суточных затрат от применения конвейерного транспорта по сравнению с локомотивным определяется по формуле (4I)

$$C_э = C_у (D_{з.л} - D_{з.к}) = 2{,}38(74 - 51) = 54{,}74 \, руб/сутки,$$

где

$$C_у = \frac{C_с \cdot ц}{100} = \frac{132 \cdot 18}{100} = 2{,}38 \, руб/т.$$

2. Снижение суточных затрат на I м транспортирования определяется по формуле (44)

$$\Delta C_э = \frac{2 \cdot C_э}{L} = \frac{2 \cdot 54{,}74}{1400} = 0{,}0782 \, \frac{руб/сутки}{м}.$$

3. Стоимость потерь добычи при конвейерном транспорте

$$C_э^к = C_у D_{sк} = 2,38 \cdot 51 = 121,38 \text{ руб/сутки},$$

$$\Delta C_э^к = \frac{2 C_э^к}{L} = \frac{2 \cdot 121,38}{1400} = 0,1734 \frac{\text{руб/сутки}}{\text{м}}.$$

4. Стоимость потерь добычи при локомотивном транспорте

$$C_э^л = C_у D_{sл} = 2,38 \cdot 74 = 176,12 \text{ руб/сутки},$$

$$\Delta C_э^л = \frac{2 \cdot C_э^л}{L} = \frac{2 \cdot 176,12}{1400} = 0,2516 \frac{\text{руб/сутки}}{\text{м}}.$$

Определяем уточненную границу областей рационального применения рассматриваемых вариантов транспортирования (рис.I приложение 5):

а) с учетом только затрат, связанных с потерей добычи

$$\Delta C = \Delta C^к - \Delta C^л = 0,1734 - 0,2516 = -0,0782 \frac{\text{руб/сутки}}{\text{м}}$$

или 78,2 руб./сутки на I км, то есть, искомая граница располагается ниже основной линии равных стоимостей между кривыми $50L$ и $-100L$;

б) с учетом всех дополнительных затрат, сопутствующих сравниваемым вариантам транспорта.

Для нахождения границы областей приводим все дополнительные суточные затраты к масштабу, принятому при построении графика, то есть, к I м транспортирования.

При конвейерном транспорте

$$\Delta C^к = \Delta C_{пр}^к + \Delta C_{под}^к + \Delta C_э^к + \Delta Э_л =$$

$$= 0,217 + 0,0037 + 0,1734 + 0,329 = 0,7231 \frac{\text{руб/сутки}}{\text{м}}.$$

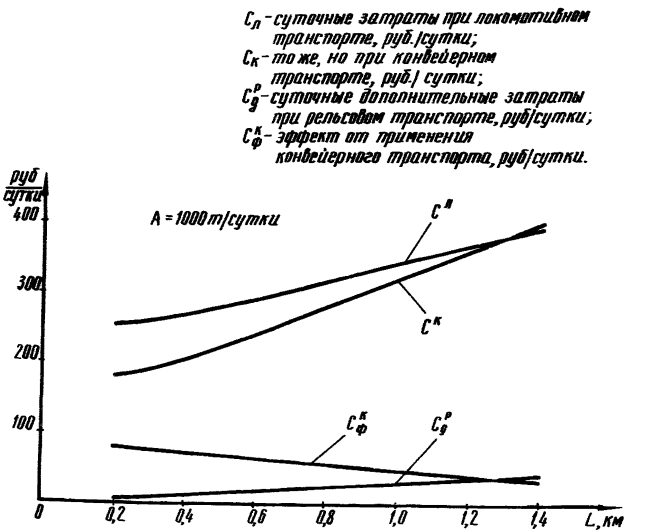

Рис.3. Графики изменения суточных затрат на содержание транспортной системы для заданных условий примера при применении конвейерного и локомотивного транспорта

При локомотивном транспорте

$$\Delta C^{л} = \Delta C^{л}_{пр} + \Delta C^{л}_{под} + \Delta C^{л}_{э} =$$

$$= 0{,}610 + 0{,}017 + 0{,}2516 = 0{,}8786 \ \frac{\text{руб./сутки}}{\text{м}}.$$

Разница в дополнительных затратах

$$\Delta C = \Delta C^{к} - \Delta C^{л} = 0{,}7231 - 0{,}8786 = -0{,}1555 \ \frac{\text{руб/сутки}}{\text{м}},$$

то есть, искомая граница, располагаемая ниже основной линии равных стоимостей и проходит близко к кривой со значением - I50 L .

Итоговые данные по определению рационального варианта транспортирования в зависимости от дополнительных затрат, не учтенных стоимостными параметрами по подземному транспорту, для условий примеров I–4 приведены в табл.2. На рис.3 графики изменения суточных затрат на содержание транспортной системы для заданных условий примера при применении конвейерного и локомотивного транспорта.

Таблица 4

Итоговые данные по определению рационального варианта транспортирования для условий примеров I–4

Рациональный вариант транспортирования с учетом дополнительных затрат, не учтенных стоимостными параметрами по подземному транспорту					
Пример I	Пример 2	Пример 3		Пример 4	
без учета дополнительных затрат	с учетом разницы в затратах на проведение и поддержание транспортной выработки	с учетом только ущерба от дополнительного переизмельчения угля в процессе транспортирования	с учетом затрат по п.2 + п.3	с учетом затрат, связанных с потерей добычи при принятых резервах производительности транспортных установок	с учетом затрат по п.2+п.3+ +п.5
I	2	3	4	5	6
Конвейерный транспорт (ЛЛ80) с монорельсовыми канатными дорогами (МГЛ)	Конвейерный транспорт с монорельсовыми канатными дорогами	Локомотивный транспорт (электровозы АРПО)	Конвейерный транспорт с монорельсовыми канатными дорогами	Конвейерный транспорт с монорельсовыми дорогами	Конвейерный транспорт с монорельсовыми дорогами

П Р И Л О Ж Е Н И Я

УНИФИЦИРОВАННЫЕ ТИПОВЫЕ СЕЧЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СОЧЕТАНИЯХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Таблица 1

Унифицированные типовые сечения горных выработок с металлической арочной трех- и пятизвеньевой крепью при различных сочетаниях транспортных средств (рис. см. в приложении)

№№ п/п	Сочетание основных и вспомогательных средств транспорта		№ рис.	Требуемое ближайшее сечение в свету после осадки, м²		Примечание
	основной транспорт	вспомогательный транспорт		однопутевая выработка	двухпутевая выработка	
I.	Электровозы контактные и аккумуляторные сцепным весом 7, 8, I0, I4, 2xI0, 2xI4 т при ширине кузова вагона до I350 мм	-	-	6,0 (7,I)x	II,2 (I2,7)x	x) В скобках приведено сечение выработки с проходом для людей по 0,7 м с обеих сторон
2.	Конвейер ленточный типа ЛЛ80 (КЛ-I50А), КЛА-250П	Монорельсовая дорожка 8МКД-4МА, 1МГ2	I, 2, 3, 4, 5	7,I (8,9)xx	-	xx) Приведено сечение выработки при расположении монорельсовой дорожки над конвейером; в скобках – рядом с конвейером
3.	Конвейер пластинчатый П50, П65 и ленточно-цепной типа "Мир-300"	Монорельсовая дорожка типа 8МКД-4МА, 1МГ2		7,I (8,9)xx		
4.	Конвейер ленточный типа ЛЛ80(КЛ-I50А), КЛА-250П	Аккумуляторный электровоз сцепным весом 5-8 т	7	II,2	-	
5.	Конвейер пластинчатый типа П50, П65 и ленточно-цепной "Мир-300"	Аккумуляторный электровоз сцепным весом 5-8 т		II,2	-	
6.	Конвейер магистральный типа П-80, 1ЛП00, 2ЛП00	Аккумуляторный электровоз сцепным весом 5-I0 т	8,9	I2,7	-	

Продолжение таблицы 1

7.	Конвейер магистральный типа П-80, 1ЛП00, 2ЛП00	Монорельсовая грузолюдская дорога типа МГЛ	6	II,2	-	
8.	Конвейер ленточный типа КРУ-260У, ЛЛБ80	Моноканатная дорога кресельного типа (МДК)	I4	I3,I	-	
9.	Конвейер ленточный типа КРУ-350	-"-		I4,2	-	Сечение $S_{св}$ = I4,2 принято по данным института Донгипрошахт "Унификация металлических крепей горных выработок", г.Донецк, 1967
I0.	Конвейер ленточный типа ЛЛ80, ЛЛБ80	Монорельсовая грузолюдская дорога с людским контейнером шириной I000 мм (МГЛ)	I0	8,9	-	
II.	Конвейер ленточный типа ЛЛБ100	Монорельсовая грузовая дорожка с доставочной платформой на колею 600 мм	I2	8,9	-	
I2.	Конвейер ленточный типа ЛЛБ100	Монорельсовая грузолюдская дорога с людскими контейнерами (МГЛ)	-	5,2	-	
I3.	-"-	Моноканатная дорога кресельного типа (МДК констр. Донгипроуглемаша и др. институтов)	-	5,2-6,0	-	Сечения горных выработок при обособленном расположении транспортных средств и сочетаний, не указанных в таблице, принимаются по альбому ЮГШ [32]
I4.	Два конвейера ЛЛБ100 в одной выработке	Монорельсовая дорожка 1МГ2 (без контейнера)	II	I2,7	-	
I5.	Два конвейера ЛЛБ100 в одной выработке	Монорельсовая дорожка с доставочной платформой на колею 600 мм	I3	I6,I-I7,I		Сечение принято по альбому института Донгипрошахт

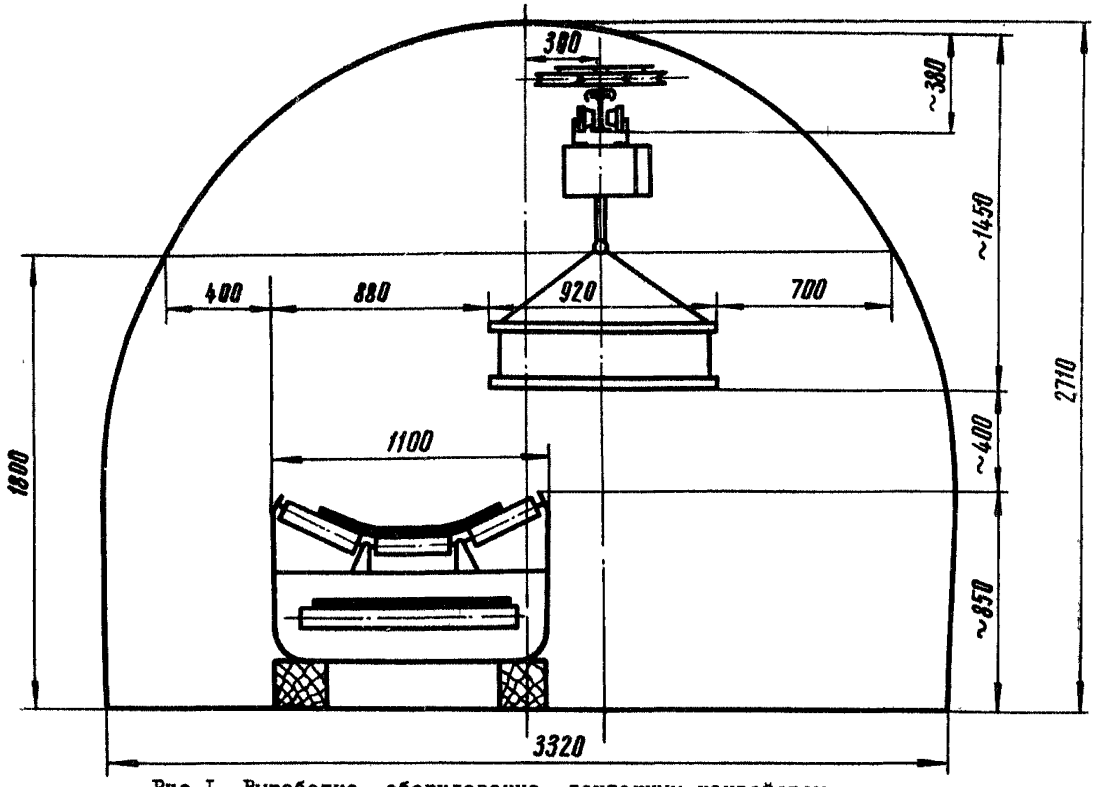

Рис.I. Выработка, оборудованная ленточным конвейером типа 1Л80 с монорельсовой канатной дорожкой типа 8МКД-4МА с расположением прохода для людей сбоку выработки. Площадь сечения в свету после осадки - $S_{сб}$ = 7,I м^2. Тип крепи - металлическая арочная трех- и пятизвеньевая.

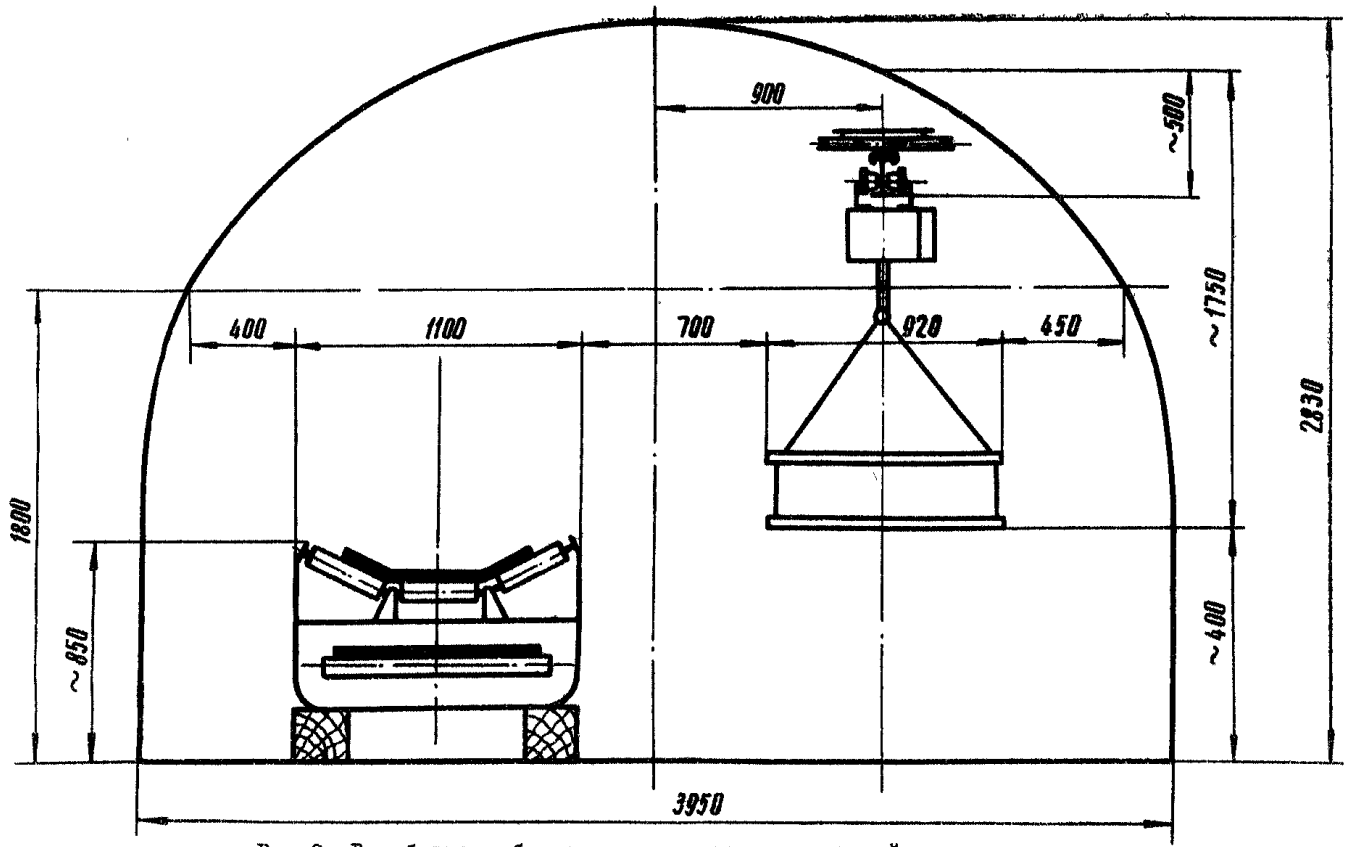

Рис.2. Выработка, оборудованная ленточным конвейером типа 1Л80 и монорельсовой канатной дорожкой типа 8МКД-4МА с центральным расположением прохода для людей. Площадь сечения в свету после осадки - $S_{св}$= 8,9 м^2. Основные размеры даны в свету после осадки. Тип крепи - арочная металлическая.

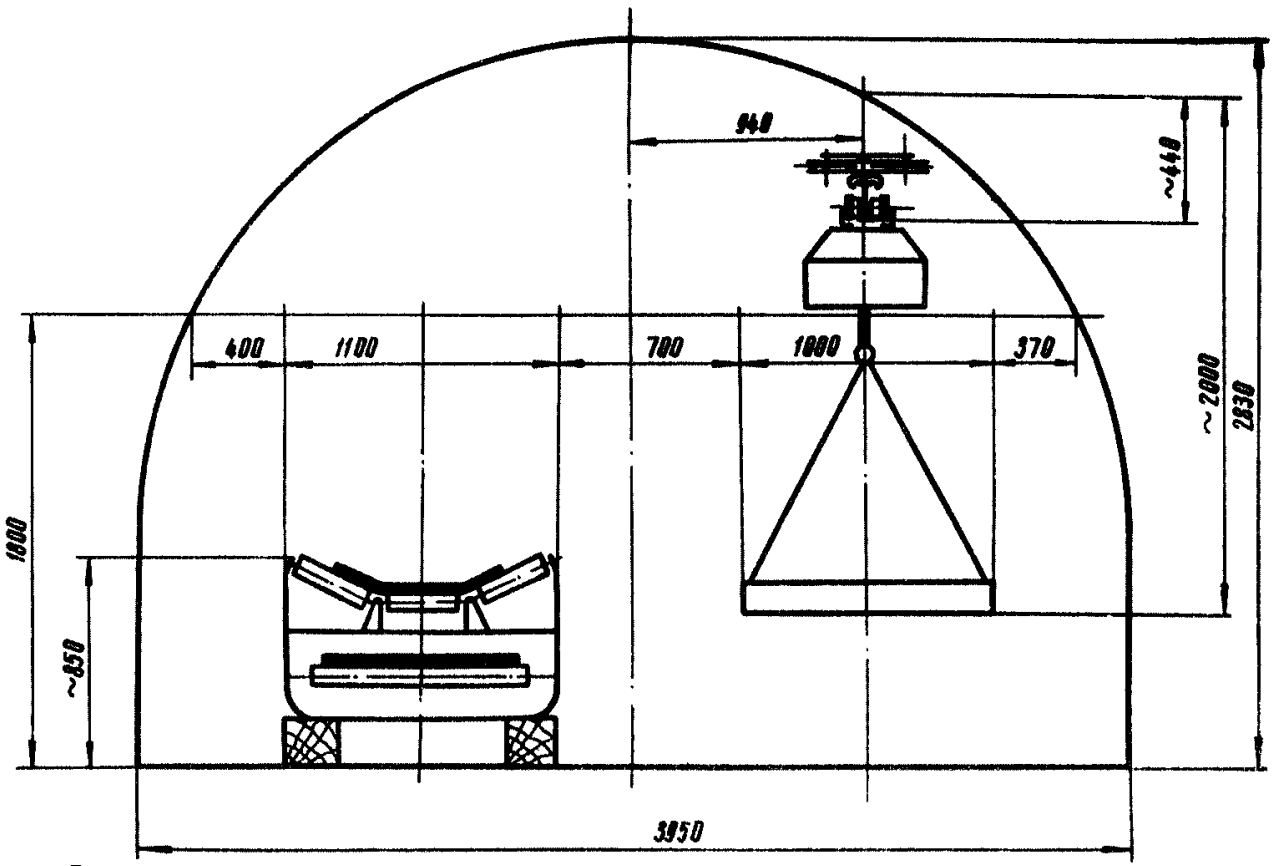

Рис.3. Выработка, оборудованная ленточным конвейером типа ЛЛ80 и монорельсовой грузовой дорогой типа 1ПМ12. Площадь сечения в свету после осадки - $S_{св}$ = 8,9 м^2. Основные размеры даны в свету после осадки. Тип крепи - металлическая арочная трех- и пятизвеньевая.

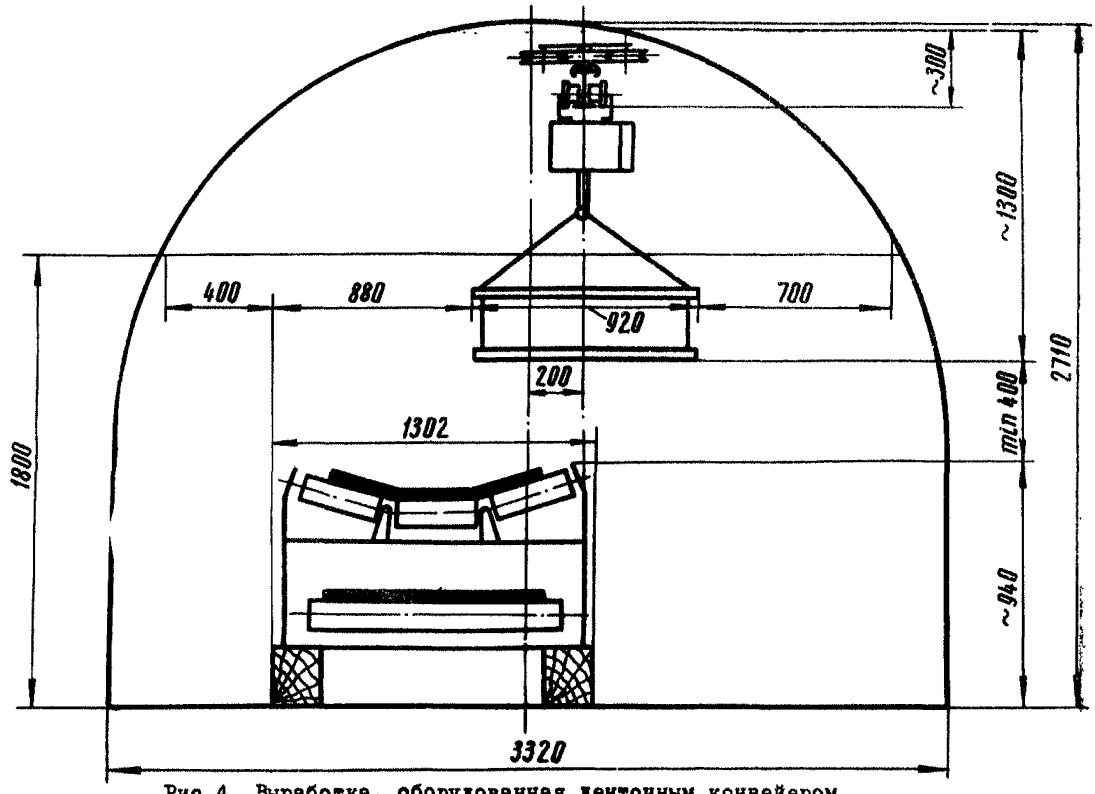

Рис.4. Выработка, оборудованная ленточным конвейером типа КЛА-250П и монорельсовой канатной дорожкой типа 8МКД-4МА с расположением прохода для людей сбоку выработки. Площадь сечения в свету после осадки – $S_{св}$ = 7,1 м^2. Основные размеры даны в свету после осадки. Тип крепи – металлическая арочная трех- и пятизвеньевая.

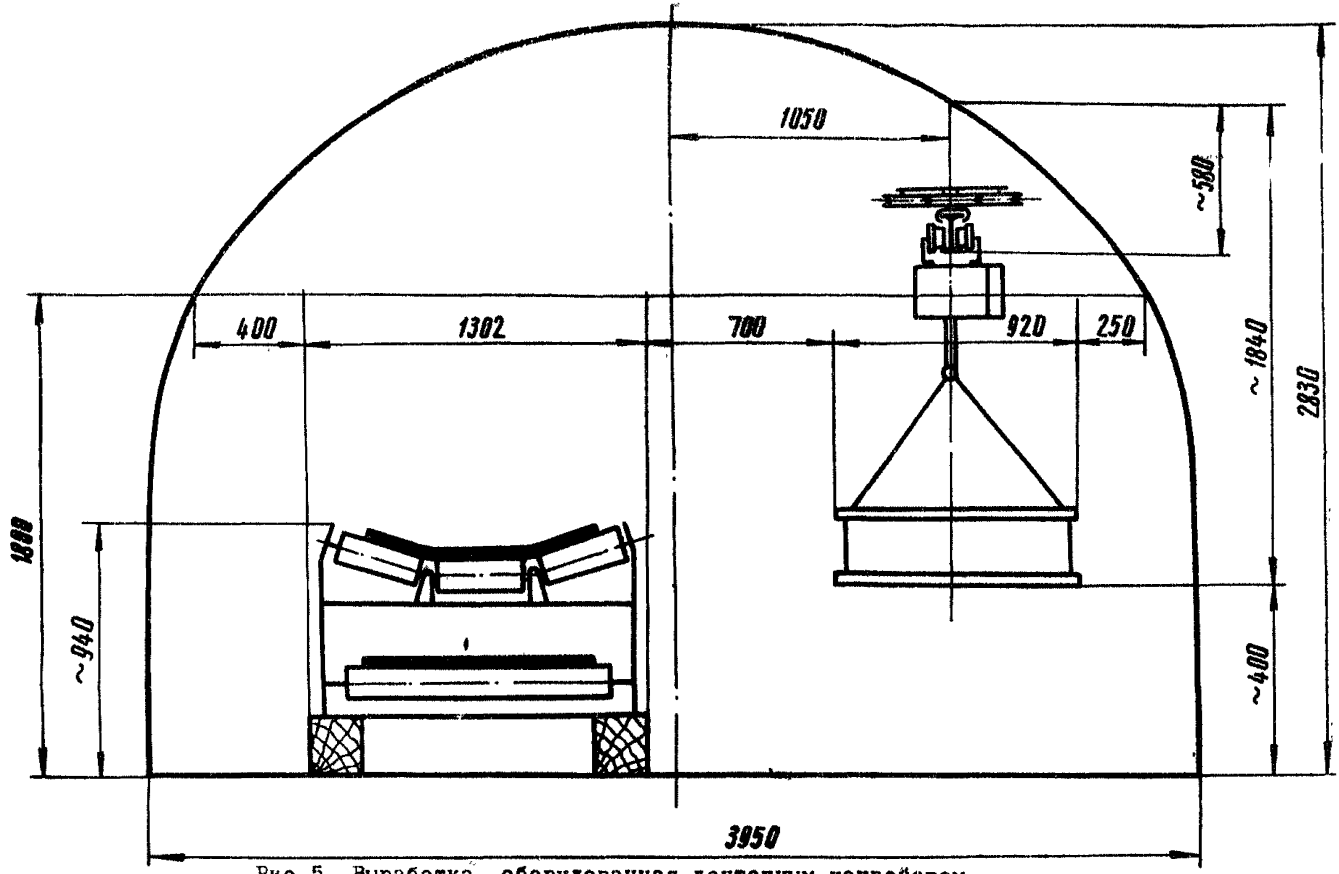

Рис.5. Выработка, оборудованная ленточным конвейером типа КЛА-250П и монорельсовой канатной дорожкой типа 8МКД-4МА с центральным расположением прохода для людей. Площадь сечения в свету после осадки - $S_{св}$ = 8,9 м^2. Основные размеры даны в свету после осадки. Тип крепи - металлическая арочная трех- и пятизвеньевая.

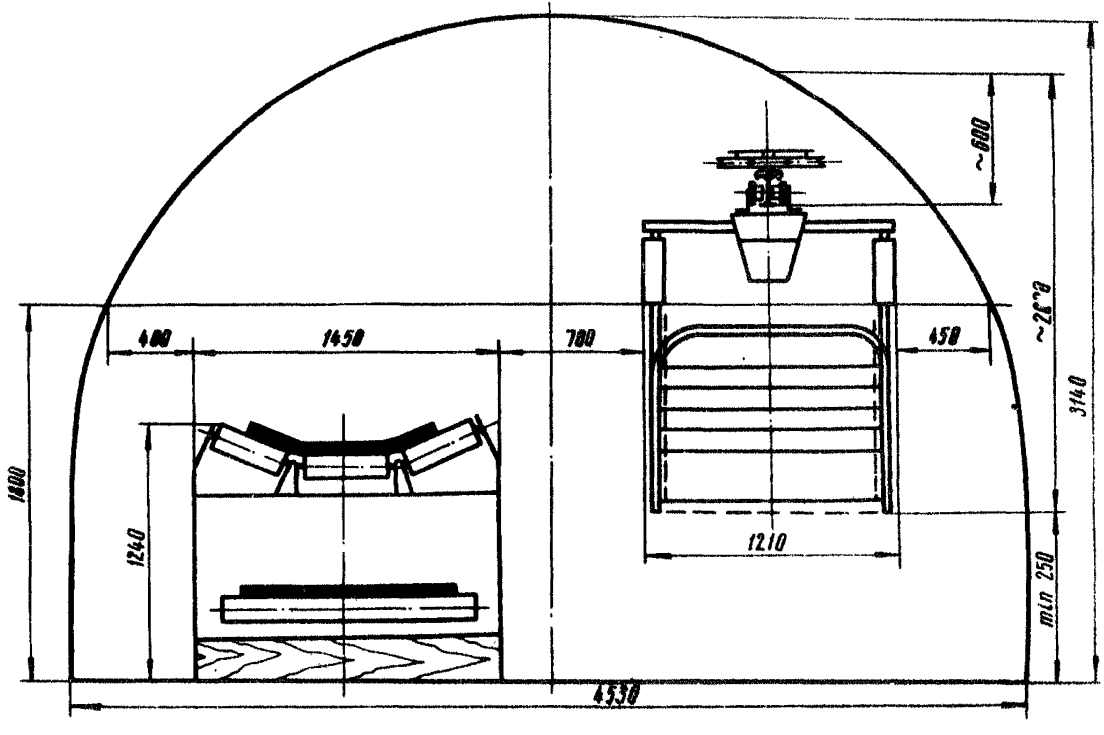

Рис.6. Выработка, оборудованная ленточным конвейером типа 2Л100 (Л100), монорельсовой грузолюдской дорогой типа МГП. Площадь сечения в свету после осадки - $S_{св}$ = 11,2 м². Основные размеры даны в свету после осадки. Тип крепи - металлическая арочная трех- и пятизвеньевая.

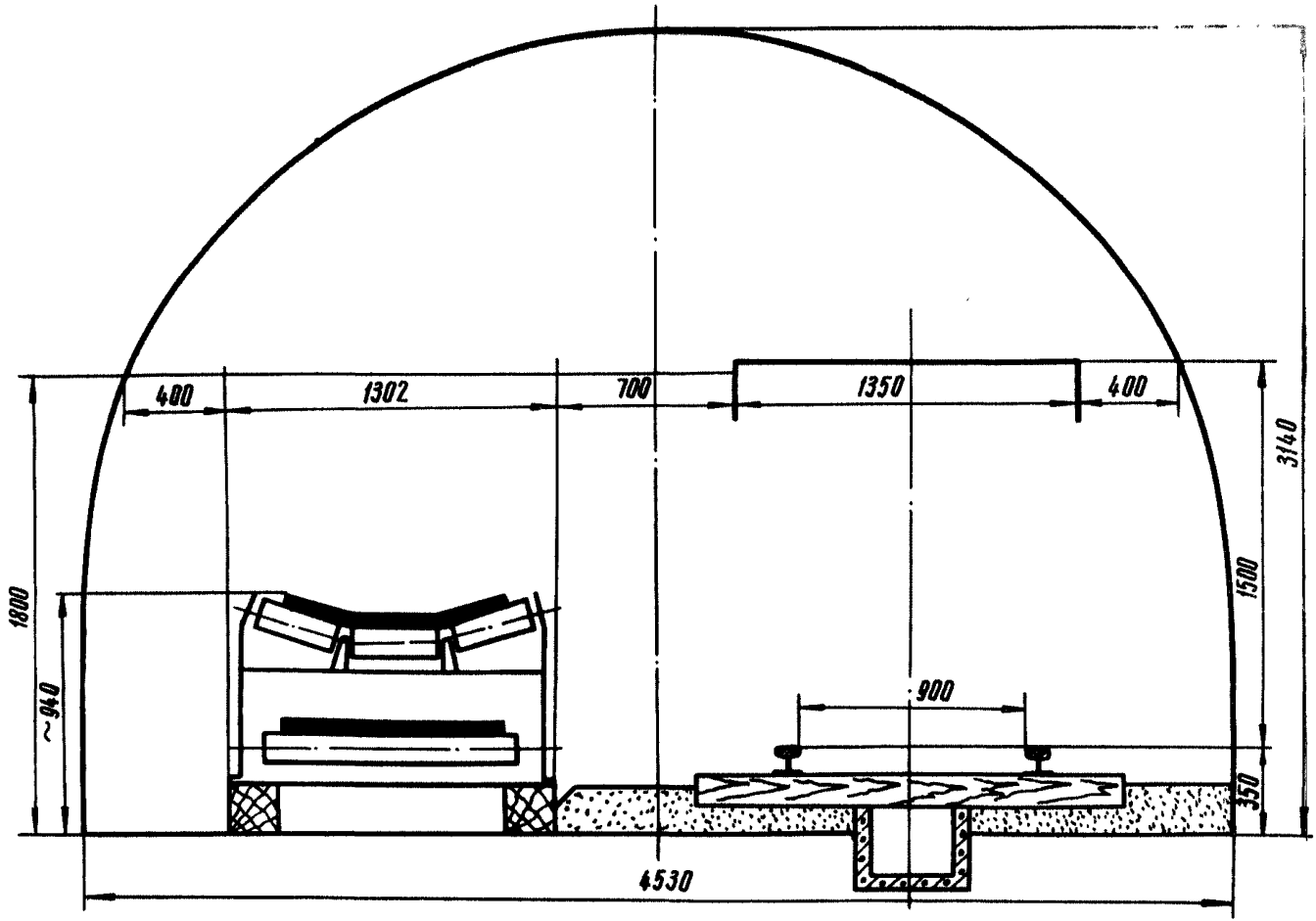

Рис.7. Выработка на прямолинейном участке с конвейером типа КЛА-250П и одним рельсовым путем на колею 900 мм. Площадь сечения в свету после осадки $S_{св}$= II,2 м^2. Основные размеры даны в свету после осадки. Тип крепи - металлическая арочная трех- и пятизвеньевая.

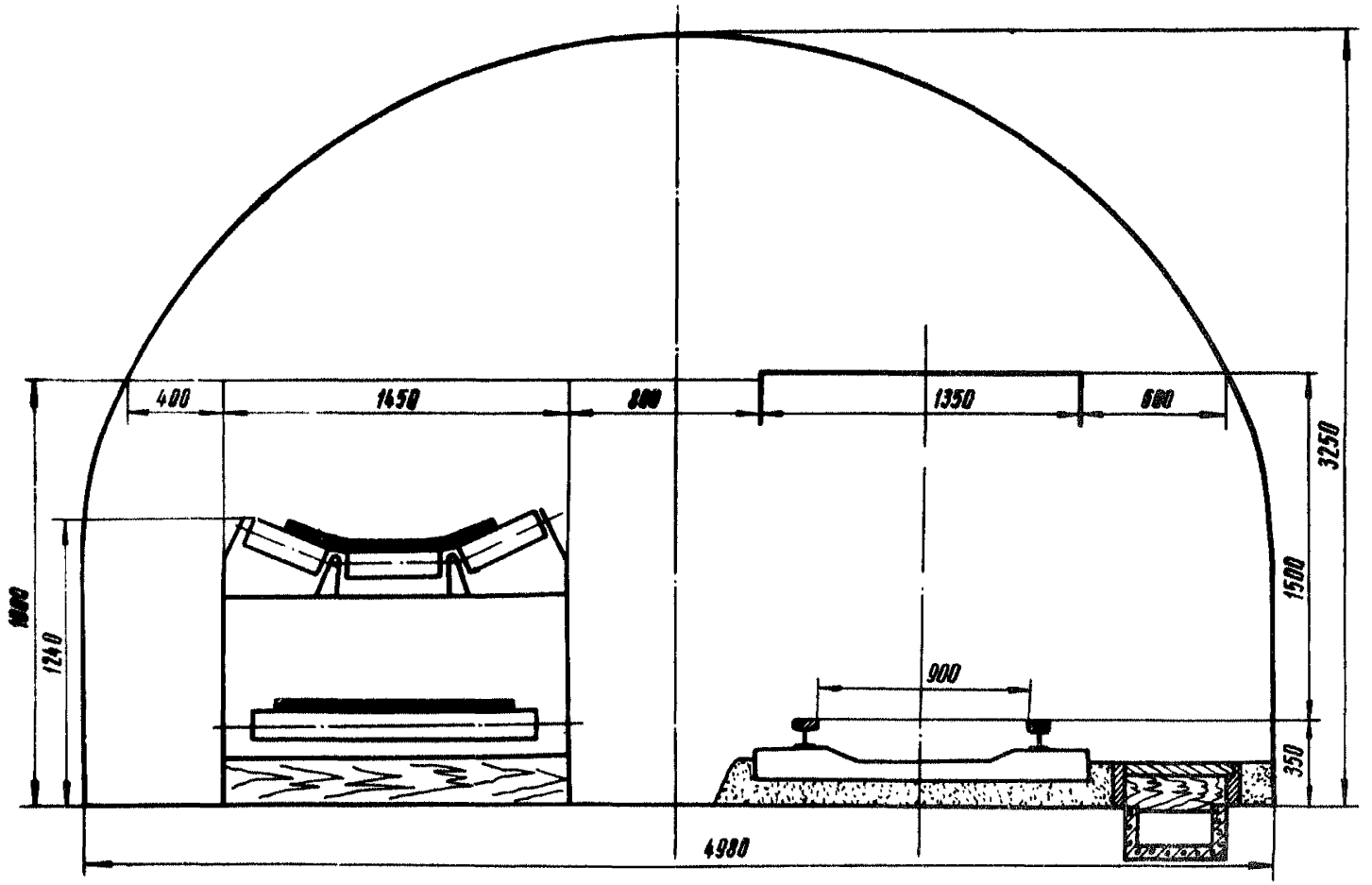

Рис.8. Выработка на прямолинейном участке с конвейером типа ЛЛ100 (2Л100) и одним рельсовым путем на колею 900 мм с центральным проходом для людей. Площадь сечения в свету после осадки – $S_{св}$ = 12,7 м². Основные размеры даны в свету после осадки. Тип крепи – металлическая арочная трех- и пятизвеньевая.

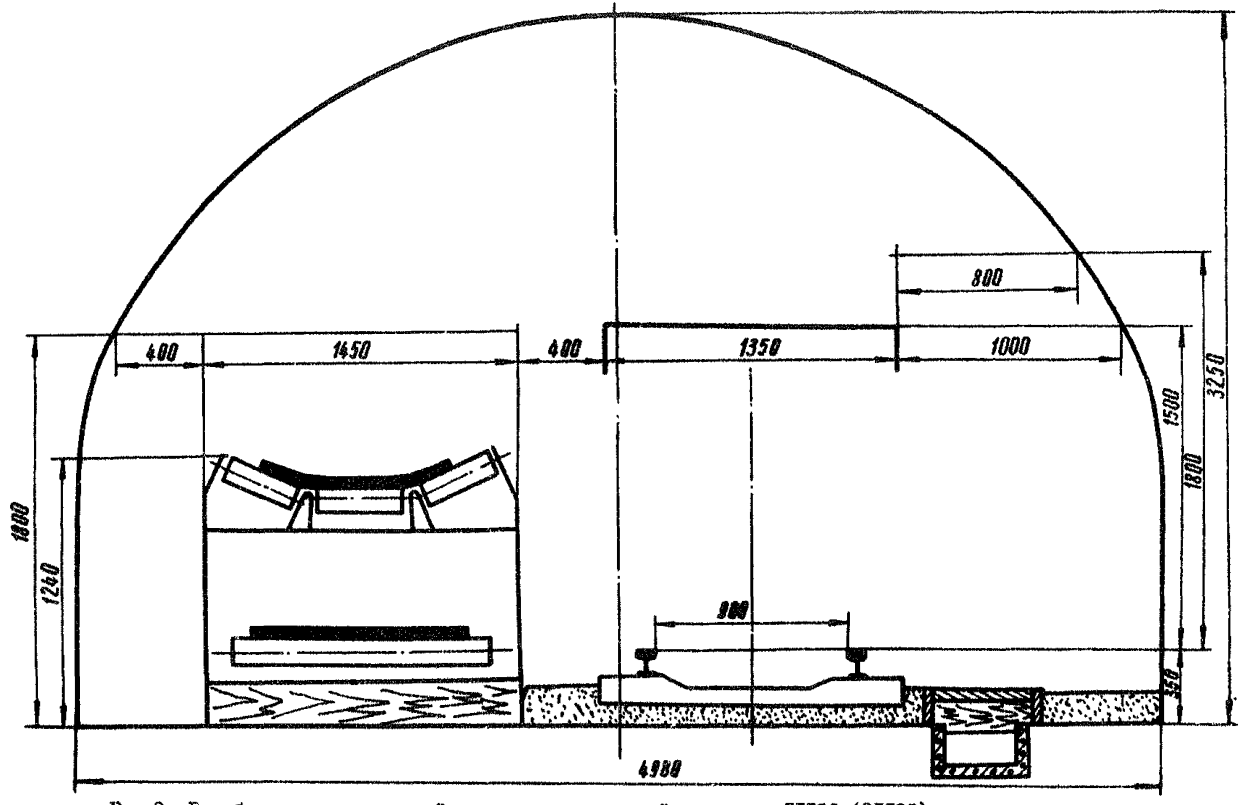

Рис.9. Выработка на прямолинейном участке с конвейером типа ЛЛ100 (2ЛЛ100) и одним рельсовым путем на колею 900 мм с боковым проходом для людей. Площадь сечения в свету после осадки – $S_{св}$ = 12,7 м^2. Основные размеры даны в свету после осадки. Тип крепи – металлическая арочная трех- и пятизвеньевая.

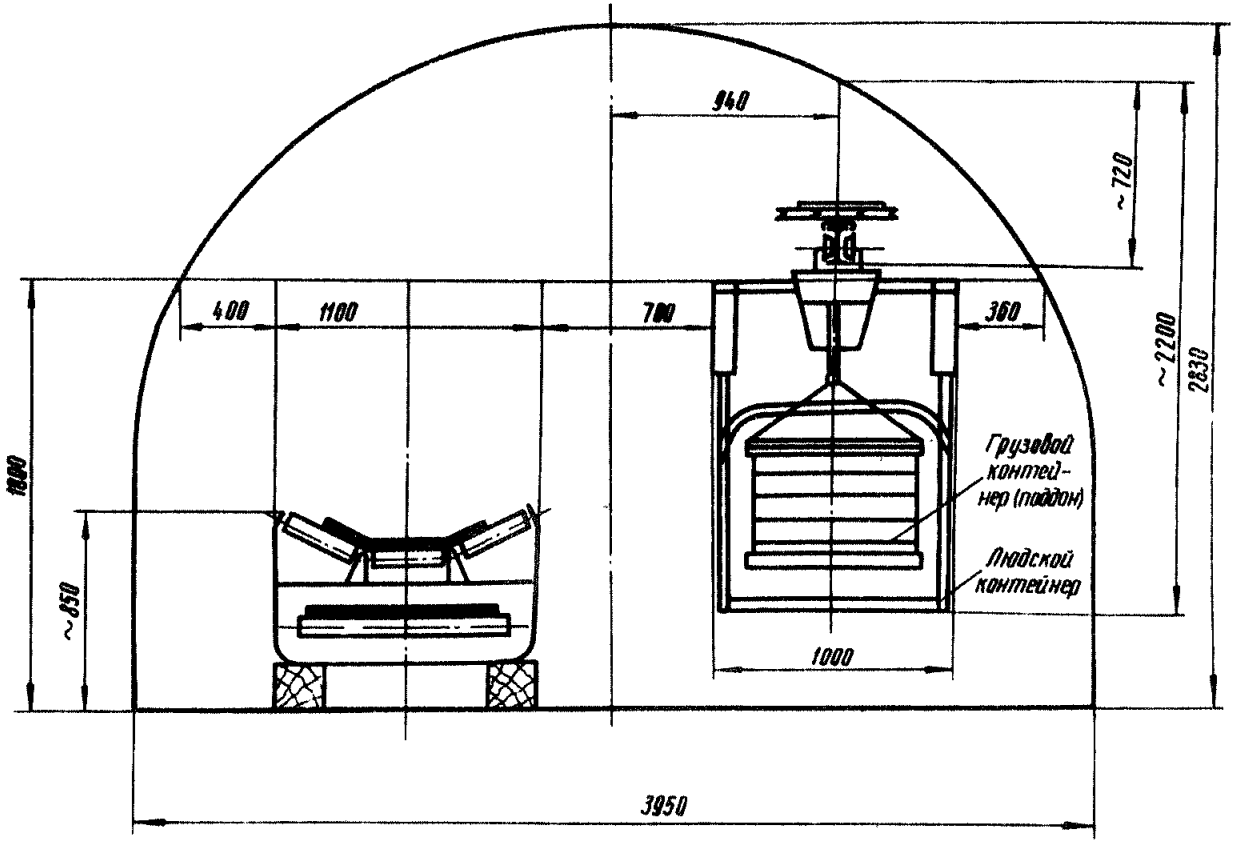

Рис.10. Выработка, оборудованная ленточным конвейером типа 1Л80 и монорельсовой грузолюдской дорожкой МГЛ. Площадь сечения в свету после осадки – $S_{св} = 8{,}9$ м^2.

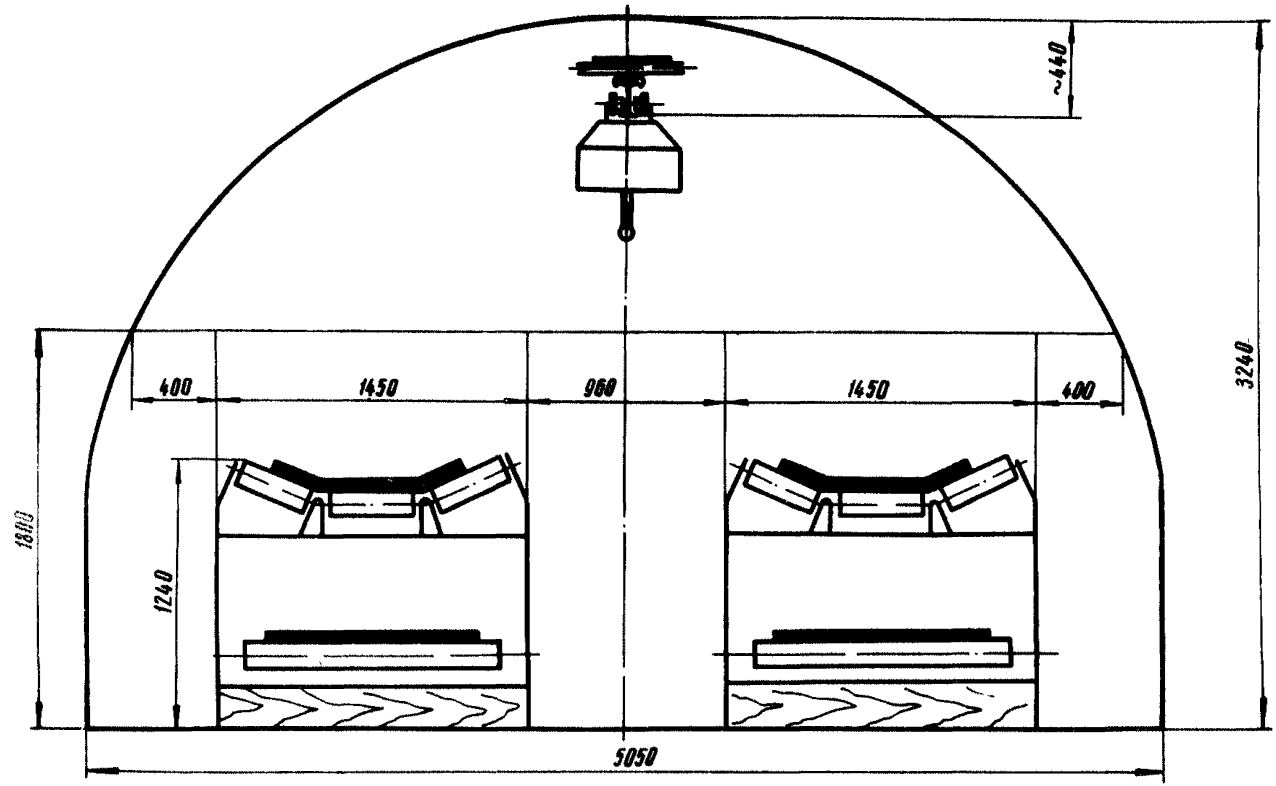

Рис.II. Наклонная выработка, оборудованная двумя ленточными конвейерами ЛБІОО и монорельсовой грузовой дорожкой. Площадь сечения в свету после осадки - $S_{св}$ = I2,7 м².

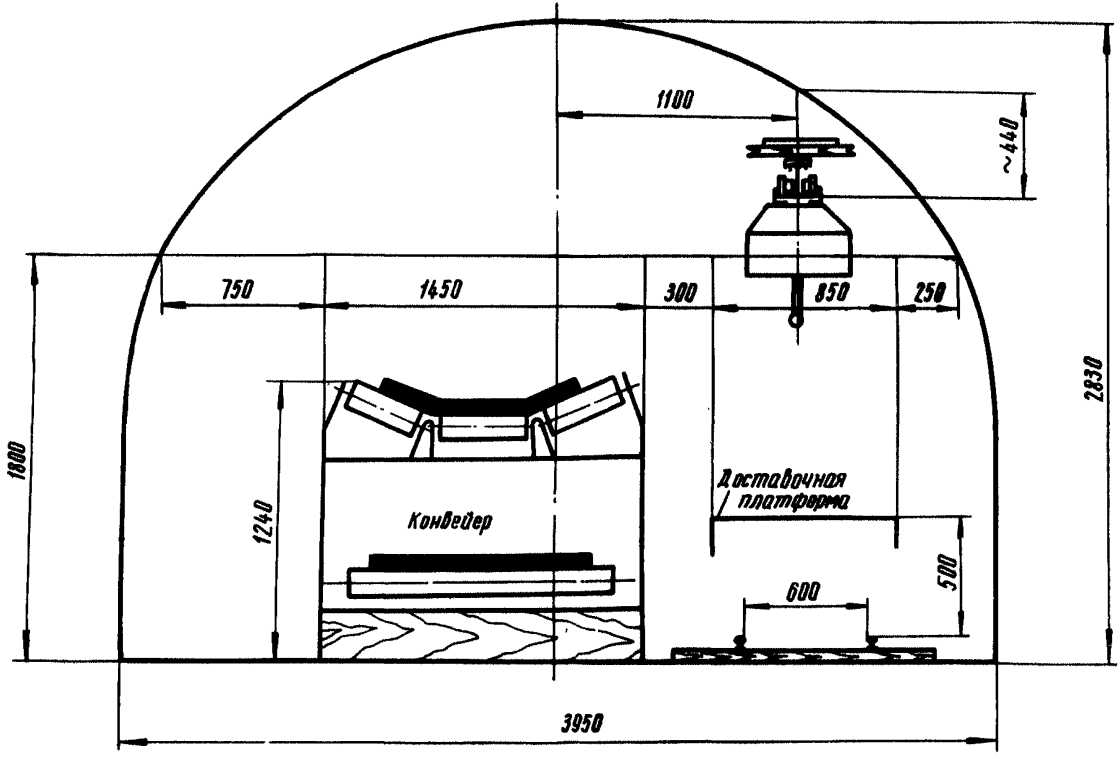

Рис.I2. Наклонная выработка, оборудованная ленточным конвейером ЛБI00 и монорельсовой грузовой дорожкой с доставочной платформой. Площадь сечения в свету $S_{св} = 8{,}9$ м^2 после осадки.

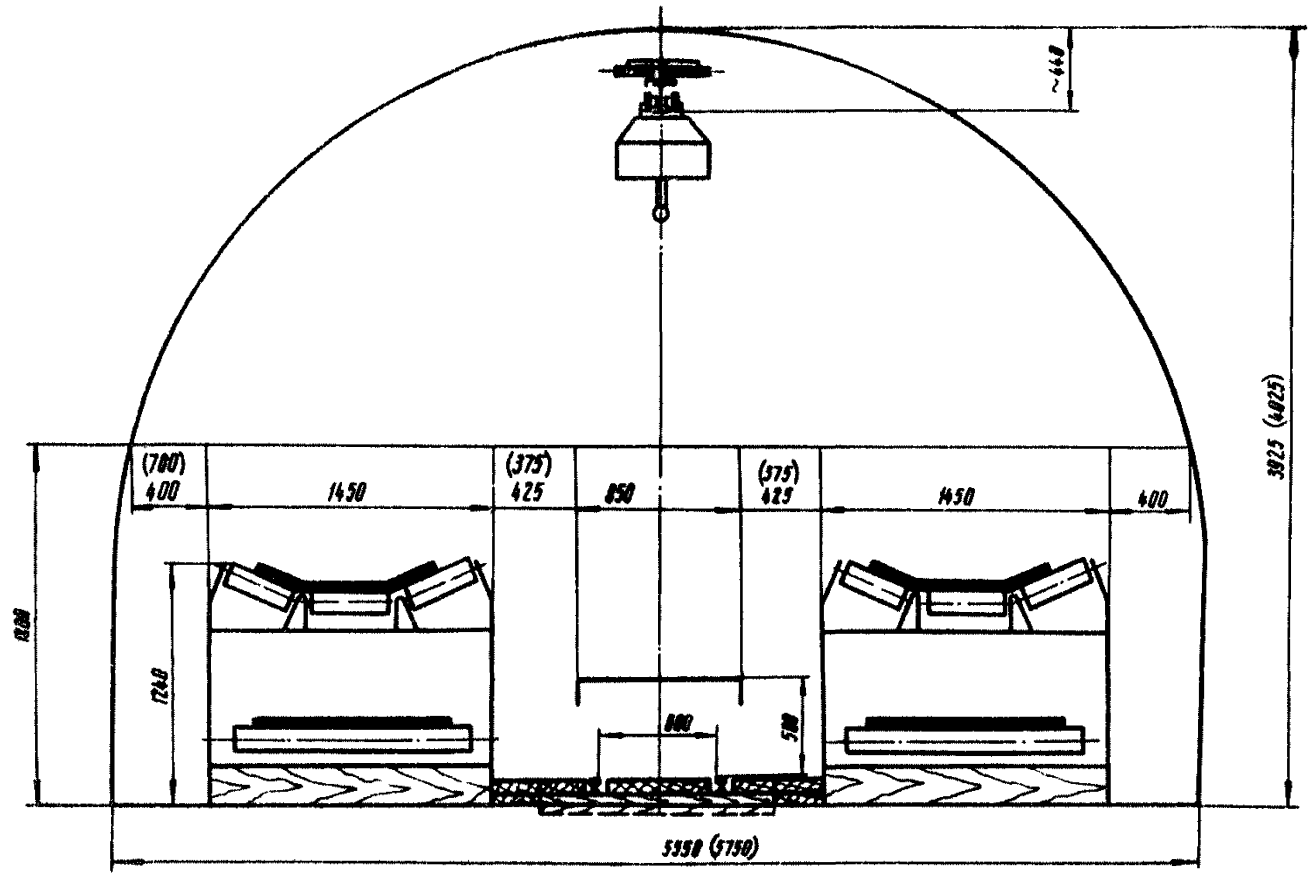

Рис.13. Наклонная выработка, оборудованная двумя ленточными конвейерами ЛБ100 и монорельсовой грузовой дорожкой с доставочной платформой. Площадь сечения выработки в свету после осадки - $S_{св}$= 16,1 м^2.
Примечание: 1. Сечение выработки в свету - $S_{св}$ = 16,1 м^2 и 17,1 м^2 принимаются по альбому Донгипрошахта "Унификация металлических крепей горных выработок", г.Донецк, 1967 г..
2. Размеры в скобках даны для сечения $S_{св}$= 17,1 м^2.

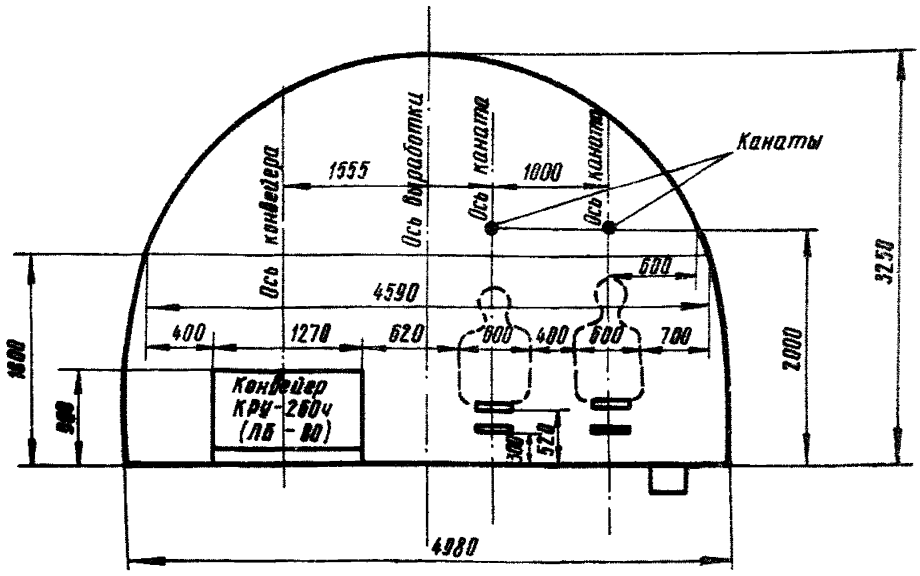

Рис.I4. Выработка, оборудованная ленточным конвейером типа КРУ-260$_4$ или ЛБ80 и моноканатной дорожкой кресельного типа. Площадь сечения в свету после осадки $S_{сб}$ = I3,I м^2. Основные размеры даны в свету после осадки. Тип крепи - металлическая, арочная.

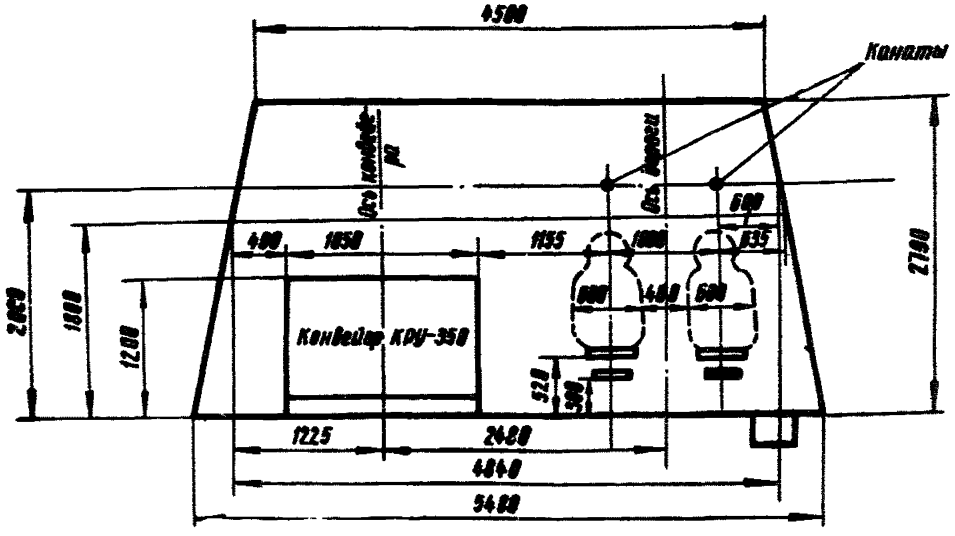

Рис.I5. Выработка, оборудованная ленточным конвейером типа КРУ-350 и моноканатной дорожкой кресельного типа. Площадь сечения в свету после осадки $S_{сб}$= I3,9 м^2. Тип крепи - трапецевидная, сборный ж/б.

Расчетные формулы для определения суточных расходов на транспортирование при различных средствах транспорта

Область применения транспортного оборудования	Расчетные формулы для определения суточных расходов на транспортирование (C), руб./сут.								
	Конвейерами					Локомотивами типа			
	Тип конвейера	Длина конвейерного става ($\ell_к$), км	Длина транспортирования (переменная, постоянная)	Вид вспомогательного транспорта: монорельсовый	Вид вспомогательного транспорта: локомотивный	АМ-8	АРП-10	АРП-14	АРП-28
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Участковые (ярусные) откаточные штреки	1Л80	0,15	постоянная	$0{,}013AL+238{,}67L+63{,}82$	$0{,}013AL+4{,}67L^2+215{,}25L+81{,}89$	$0{,}050A+0{,}181AL-24{,}87L+191{,}32$	$0{,}013A+0{,}148AL-25{,}09L+208{,}49$	$0{,}069A+0{,}081AL-10{,}14L+258{,}77$	
			переменная	$0{,}013AL+238{,}67L+22{,}4z+63{,}82$	$0{,}013AL+4{,}67L^2+215{,}25L+22{,}4z+81{,}89$				
		0,25	постоянная	$0{,}010AL+183{,}55L+63{,}82$	$0{,}010AL+4{,}67L^2+160{,}16L+81{,}89$				
			переменная	$0{,}010AL+183{,}55L+22{,}2z+63{,}82$	$0{,}010AL+4{,}67L^2+160{,}16L+22{,}2z+81{,}89$				
		0,35	постоянная	$0{,}009AL+162{,}52L+63{,}82$	$0{,}009AL+4{,}67L^2+139{,}13L+81{,}89$				
			переменная	$0{,}009AL+162{,}25L+22{,}2z+63{,}82$	$0{,}009AL+4{,}67L^2+139{,}13L+22{,}0z+81{,}89$				
		0,50	постоянная	$0{,}008AL+146{,}71L+63{,}82$	$0{,}08AL+4{,}67L^2+123{,}32L+81{,}89$				
			переменная	$0{,}008AL+146{,}71L+21{,}8z+63{,}82$	$0{,}008AL+4{,}67L^2+123{,}32L+21{,}8z+81{,}89$				
	КЛА-250п	0,15	постоянная	$0{,}010AL+259{,}84L+63{,}64$	$0{,}010AL+4{,}67L^2+236{,}45L+81{,}71$				
			переменная	$0{,}010AL+259{,}84L+23{,}6z+63{,}64$	$0{,}010AL+4{,}67L^2+236{,}45L+23{,}6z+81{,}71$				
		0,25	постоянная	$0{,}008AL+209{,}04L+63{,}64$	$0{,}008AL+4{,}67L^2+185{,}65L+81{,}71$				
			переменная	$0{,}008AL+209{,}04L+23{,}2z+63{,}64$	$0{,}008AL+4{,}67L^2+185{,}65L+23{,}2z+81{,}71$				
		0,35	постоянная	$0{,}008AL+187{,}64L+63{,}64$	$0{,}008AL+4{,}67L^2+164{,}25L+81{,}71$				
			переменная	$0{,}008AL+187{,}64L+22{,}8z+63{,}64$	$0{,}008AL+4{,}67L^2+164{,}25L+22{,}8z+81{,}71$				
		0,50	постоянная	$0{,}007AL+171{,}04L+63{,}64$	$0{,}007AL+4{,}67L^2+147{,}65L+81{,}71$				
			переменная	$0{,}007AL+171{,}04L+22{,}6z+63{,}64$	$0{,}007AL+4{,}67L^2+147{,}65L+22{,}6z+81{,}71$				
	П-65		постоянная	$0{,}009AL+225{,}16L+43{,}2$	$0{,}009AL+4{,}67L^2+201{,}77L+61{,}27$				
			переменная	$0{,}009AL+225{,}16L+18{,}4z+43{,}2$	$0{,}009AL+4{,}67L^2+201{,}77L+18{,}4z+61{,}27$				
	МИР-300		постоянная	$0{,}009AL+181{,}37L+43{,}2$	$0{,}009AL+4{,}67L^2+157{,}98L+61{,}27$				
			переменная	$0{,}009AL+181{,}37L+24{,}6z+43{,}2$	$0{,}009AL+4{,}67L^2+157{,}98L+24{,}6z+61{,}27$				
Выработки основного горизонта	1Л100	0,50	постоянная	–	$0{,}003A+0{,}040AL+116{,}96L+183{,}57$			$0{,}067A+0{,}08AL-5{,}54L+220{,}17$	$0{,}049A+0{,}06AL-8{,}34L+292{,}19$
		1,00		–	$0{,}003A+0{,}040AL+94{,}76L+183{,}57$				
		1,50		–	$0{,}003A+0{,}040AL+87{,}15L+183{,}57$				
	П80			–	$0{,}003A+0{,}042AL+321{,}95L+183{,}56$				

Приложение 3

Таблица

Расчетные формулы для определения границы областей эффективного применения локомотивов различного сцепного веса

Область применения транспортного оборудования	Типы сравниваемых электровозов		
	АМ8 и АРП10	АРП10 и АРП14	АРП14 и АРП28
Участковые (ярусные) откаточные штреки	$\frac{17,17-0,21L}{0,037+0,0337L}$	$\frac{50,3+15L}{0,067L-0,056}$	-
Выработки основного горизонта	-	-	$\frac{72,025-2,8L}{0,0135+0,0152L}$

Приложение 4

Расчетные формулы для определения границы областей эффективного применения средств транспорта (A,L) и приведенных суточных расходов (C)

Таблица I

Расчетные формулы для определения границы областей эффективного применения средств транспорта и приведенных суточных расходов по горизонтальным участковым выработкам при постоянной длине транспортирования

Тип электровоза	Приведенные суточные расходы, руб. (C)	Длина става конвейера, км $(\ell_к)$	Расчетные формулы для определения границы областей эффективного применения средств транспорта, (A,L)							
			Тип конвейера							
			1Л80(КЛ-150А)		КЛА-250П		П65		МИР - 300	
			Вид вспомогательного транспорта							
			монорельсовый	локомотивный	монорельсовый	локомотивный	монорельсовый	локомотивный	монорельсовый	локомотивный
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II
АМ-8	$A(0,050+0,181L)-$ $-24,87L+191,32$	0,15	$\frac{263,5L-127,5}{0,168L+0,050}$	$\frac{4,7L^2+240L-109,4}{0,169L+0,050}$	$\frac{284,7L-127,7}{0,171L+0,050}$	$\frac{4,7L^2+261L-109,6}{0,171L+0,050}$				
		0,25	$\frac{208,4L-127,5}{0,171L+0,050}$	$\frac{4,7L^2+185L-109,4}{0,171L+0,050}$	$\frac{233,9L-127,7}{0,173L+0,050}$	$\frac{4,7L^2+210L-109,6}{0,173L+0,050}$	$\frac{250L-148}{0,05+0,173L}$	$\frac{4,7L^2+227L-130}{0,05+0,173L}$	$\frac{206L-148}{0,05+0,173L}$	$\frac{4,7L^2+182,3L-130}{0,05+0,173L}$
		0,35	$\frac{186,4L-127,5}{0,173L+0,050}$	$\frac{4,7L^2+164L-109,4}{0,173L+0,050}$	$\frac{212,5L-127,7}{0,174L+0,05}$	$\frac{4,7L^2+189L-109,6}{0,174L+0,050}$				
		0,50	$\frac{171,6L-127,5}{0,174L+0,050}$	$\frac{4,7L^2+148L-109,4}{0,174L+0,050}$	$\frac{195,9L-127,7}{0,174L+0,05}$	$\frac{4,7L^2+172L-109,6}{0,174L+0,050}$				
АРП10	$A(0,013+0,148L)-$ $-25,09L+208,49$	0,15	$\frac{263,8L-144,7}{0,135L+0,013}$	$\frac{4,7L^2+240L-127,6}{0,135L+0,013}$	$\frac{284,9L-144,8}{0,137L+0,013}$	$\frac{4,7L^2+261L-126,8}{0,137L+0,013}$				
		0,25	$\frac{208,6L-144,7}{0,138L+0,013}$	$\frac{4,7L^2+185L-127,6}{0,135L+0,013}$	$\frac{234,1L-144,8}{0,139L+0,013}$	$\frac{4,7L^2+210L-126,8}{0,139L+0,013}$	$\frac{250L-165}{0,14L-0,013}$	$\frac{4,7L^2+227L-147}{0,14L+0,013}$	$\frac{206,5L-165,3}{0,14L+0,013}$	$\frac{4,7L^2+183L-147,2}{0,14L+0,013}$
		0,35	$\frac{186,6L-144,7}{0,139L+0,013}$	$\frac{4,7L^2+164L-127,6}{0,139L+0,013}$	$\frac{212,7L-144,8}{0,140L+0,013}$	$\frac{4,7L^2+189L-126,8}{0,140L+0,013}$				
		0,50	$\frac{171,8L-144,7}{0,140L+0,013}$	$\frac{4,7L^2+148L-127,6}{0,140L+0,013}$	$\frac{196,1L-144,8}{0,141L+0,013}$	$\frac{4,7L^2+172L-126,8}{0,141L+0,013}$				

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
АРПI4	$A(0{,}069+0{,}08I\,L)-$ $-I0{,}I4\,L+258{,}77$	0,I5	$\frac{248{,}8L-I94{,}9}{0{,}068L+0{,}069}$	$\frac{4{,}7L^2+225L-I76{,}9}{0{,}068L+0{,}069}$	$\frac{270{,}0L-I95{,}I}{0{,}07L+0{,}069}$	$\frac{4{,}7L^2+246L-I77{,}0}{0{,}07L+0{,}069}$				
		0,25	$\frac{I93{,}7L-I94{,}9}{0{,}07IL+0{,}069}$	$\frac{4{,}7L^2+I70L-I76{,}9}{0{,}07IL+0{,}069}$	$\frac{2I9{,}2L-I95{,}I}{0{,}072L+0{,}069}$	$\frac{4{,}7L^2+I96L-I77{,}0}{0{,}072L+0{,}069}$	$\frac{235L-2I5}{0{,}072L+0{,}07}$	$\frac{4{,}7L^2+2I2L-I97}{0{,}072L+0{,}07}$	$\frac{I9I{,}5L-2I5{,}6}{0{,}072L+0{,}07}$	$\frac{4{,}7L^2+I68L-I97{,}5}{0{,}072L+0{,}07}$
		0,35	$\frac{I72{,}7L-I94{,}9}{0{,}072L+0{,}069}$	$\frac{4{,}7L^2+I49L-I76{,}9}{0{,}07IL+0{,}069}$	$\frac{I97{,}8L-I95{,}I}{0{,}073IL+0{,}069}$	$\frac{4{,}7L^2+I74L-I77{,}0}{0{,}073L+0{,}069}$				
		0,50	$\frac{I56{,}9L-I94{,}9}{0{,}073L+0{,}069}$	$\frac{4{,}7L^2+I33L-I76{,}9}{0{,}073L+0{,}069}$	$\frac{I8I{,}2L-I95{,}I}{0{,}074L+0{,}069}$	$\frac{4{,}7L^2+I58L-I77{,}0}{0{,}074L+0{,}069}$				

Приложение 4

Таблица 2

Расчетные формулы для определения границы областей эффективного применения средств транспорта и приведенных суточных расходов по горизонтальным участковым выработкам при переменной длине транспортирования

Тип электровоза	Приведенные суточные расходы, $(\mathcal{C})$, руб.	Длина става конвейера $(\ell_к)$, км	Расчетные формулы для определения границы областей эффективного применения средств транспорта (A, L)							
			Тип конвейера							
			1Л80(КЛ-150А)		КЛА-250П		П65		МИР-300	
			Вид вспомогательного транспорта							
			монорельсовый	локомотивный	монорельсовый	локомотивный	монорельсовый	локомотивный	монорельсовый	локомотивный
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II
АМ-8	$A(0{,}050+0{,}181\,L)-24{,}87L+191{,}32$	0,15	$\frac{263{,}5L+22{,}4z-127{,}5}{0{,}168L+0{,}050}$	$\frac{4{,}7L^2+240L+22{,}4z-109{,}4}{0{,}169L+0{,}050}$	$\frac{284{,}7L+23{,}6z-127{,}7}{0{,}171L+0{,}050}$	$\frac{4{,}7L^2+261L+23{,}6z-109{,}8}{0{,}171L+0{,}050}$	$\frac{250L+18{,}4z-148}{0{,}05+0{,}173L}$	$\frac{4{,}7L^2+227L+18{,}4z-130}{0{,}05+0{,}173L}$	$\frac{206L+24{,}6z-148}{0{,}173L+0{,}05}$	$\frac{4{,}7L^2+182{,}3L+24{,}6z-130}{0{,}173L+0{,}05}$
		0,25	$\frac{208{,}4L+22{,}2z-127{,}5}{0{,}171L+0{,}050}$	$\frac{4{,}7L^2+185L+22{,}2z-109{,}4}{0{,}171L+0{,}050}$	$\frac{233{,}9L+23{,}2z-127{,}7}{0{,}173L+0{,}050}$	$\frac{4{,}7L^2+210L+23{,}2z-109{,}6}{0{,}173L+0{,}050}$				
		0,35	$\frac{186{,}4L+22{,}0z-127{,}5}{0{,}173L+0{,}050}$	$\frac{4{,}7L^2+164L+22{,}0z-109{,}4}{0{,}173L+0{,}050}$	$\frac{212{,}5L+22{,}8z-127{,}7}{0{,}174L+0{,}050}$	$\frac{4{,}7L^2+189L+22{,}8z-109{,}6}{0{,}174L+0{,}050}$				
		0,50	$\frac{171{,}6L+21{,}8z-127{,}5}{0{,}174L+0{,}050}$	$\frac{4{,}7L^2+148L+21{,}8z-109{,}4}{0{,}174L+0{,}050}$	$\frac{195{,}9L+22{,}6z-127{,}7}{0{,}174L+0{,}050}$	$\frac{4{,}7L^2+172L+22{,}6z-109{,}6}{0{,}174L+0{,}050}$				
АРП10	$A(0{,}013+0{,}148\,L)-25{,}09L+208{,}49$	0,15	$\frac{263{,}8L+22{,}4z-144{,}7}{0{,}135L+0{,}013}$	$\frac{4{,}7L^2+240L+22{,}4z-127{,}6}{0{,}135L+0{,}013}$	$\frac{284{,}9L+23{,}6z-144{,}8}{0{,}137L+0{,}013}$	$\frac{4{,}7L^2+261L+23{,}6z-126{,}8}{0{,}137L+0{,}013}$	$\frac{250L+18{,}4z-165}{0{,}14L+0{,}013}$	$\frac{4{,}7L^2+227L+18{,}4z-147}{0{,}14L+0{,}013}$	$\frac{206{,}5L+24{,}6z-165{,}3}{0{,}14L+0{,}013}$	$\frac{4{,}7L^2+183L+24{,}6z-147{,}2}{0{,}14L+0{,}013}$
		0,25	$\frac{208{,}6L+22{,}2z-144{,}7}{0{,}138L+0{,}013}$	$\frac{4{,}7L^2+185L+22{,}2z-127{,}6}{0{,}135L+0{,}073}$	$\frac{234{,}1L+23{,}2z-144{,}8}{0{,}139L+0{,}013}$	$\frac{4{,}7L^2+210L+23{,}2z-126{,}8}{0{,}139L+0{,}013}$				
		0,35	$\frac{186{,}6L+22{,}0z-144{,}7}{0{,}139+0{,}013}$	$\frac{4{,}7L^2+164L+22{,}0z-127{,}6}{0{,}139L+0{,}013}$	$\frac{212{,}7L+22{,}8z-144{,}8}{0{,}140L+0{,}013}$	$\frac{4{,}7L^2+189L+22{,}8z-126{,}8}{0{,}140L+0{,}013}$				
		0,50	$\frac{171{,}8L+21{,}8z-144{,}7}{0{,}140L+0{,}013}$	$\frac{4{,}7L^2+148L+21{,}8z-127{,}6}{0{,}140L+0{,}013}$	$\frac{196{,}1L+22{,}6z-144{,}8}{0{,}141L+0{,}013}$	$\frac{4{,}7L^2+172L+22{,}6z-126{,}8}{0{,}141L+0{,}013}$				

I	2	3	4	5	6	7	8	9	IO	II
		0,I5	$\frac{248,8\angle +22,4\,z -I94,9}{0,068\angle +0,069}$	$\frac{4,7\angle^2+225\angle +22,4\,z -I76,9}{0,068\angle +0,069}$	$\frac{270,0\angle +23,6z -I95,I}{0,07I\angle +0,069}$	$\frac{4,7\angle^2+246\angle +23,6\,z-I87,0}{0,07\angle +0,069}$				
		0,25	$\frac{I93,7\angle +22,2\,z-I94,9}{0,07I\angle +0,069}$	$\frac{4,7\angle^2+I70\angle +22,2\,z -I76,9}{0,07I\angle +0,069}$	$\frac{2I9,2\angle +23,2\,z-I95,I}{0,072\angle +0,069}$	$\frac{4,7\angle^2+I96\angle +23,2\,z-I77,0}{0,072\angle +0,069}$	$\frac{235\angle +I8,4\,z-2I5}{0,072\angle +0,07}$	$\frac{4,7\angle^2+2I2\angle +I8,4\,z-I97}{0,072\angle +0,07}$	$\frac{I9I,5\angle +24,6\,z-2I5,6}{0,072\angle +0,07}$	$\frac{4,7\angle^2+I68\angle +}{0,072\angle +}$
APIII4	$A(0,069+0,08\%\angle)-$ $-I0,I4\angle +258,77$	0,35	$\frac{I72,7\angle +22,0\,z -I94,9}{0,072\angle +0,069}$	$\frac{4,7\angle^2+I49\angle +22,0\,z-I76,9}{0,07I\angle +0,069}$	$\frac{I97,8\angle +22,8\,z-I95,I}{0,073\angle +0,069}$	$\frac{4,7\angle^2+I74\angle +22,8\,z-I77,0}{0,073\angle +0,069}$				$\frac{+24,6\,z\,2I97,5}{+\ 0,07}$
		0,50	$\frac{I56,9\angle +2I,8z -I94,9}{0,073\angle +0,069}$	$\frac{4,7\angle^2+I33\angle +2I,8\,z-I76,9}{0,073\angle +\ 0,069}$	$\frac{I8I,2\angle +22,6\,z-I95,I}{0,074\angle +0,069}$	$\frac{4,7\angle^2+I58\angle +22,6\,z-I77,0}{0,074\angle +0,069}$				

Приложение 4

Таблица 3

Расчетные формулы для определения границы областей эффективного применения средств транспорта и приведенных суточных расходов по выработкам основного горизонта

Тип электровоза	Приведенные суточные расходы (C), руб.	Длина става конвейера ($l_к$), км	Расчетные формулы для определения границы областей эффективного применения средств транспорта (A, L)	
			Тип конвейера	
			ЛЛ100	ПВ0
АРП14	$A(0,067+0,08L)-5,54L+220,17$	0,5	$\frac{123,127L-36,600}{0,0639+0,394L}$	$\frac{327,416L-36,600}{0,0639+0,0376L}$
		1,0	$\frac{100,297L-36,600}{0,0639+0,0394L}$	
		1,5	$\frac{92,687L-36,600}{0,0639+0,0394L}$	
АРП28	$A(0,049+0,06L)-8,34L+292,19$	0,5	$\frac{125,931L-108,624}{0,0463+0,0197L}$	$\frac{330,290L-108,624}{0,0463+0,0179L}$
		1,0	$\frac{103,101L-108,624}{0,0463+0,0197L}$	
		1,5	$\frac{95,491L-108,624}{0,0463+0,0197L}$	

Графики областей рационального применения средств подземного транспорта по горизонтальным выработкам угольных шахт

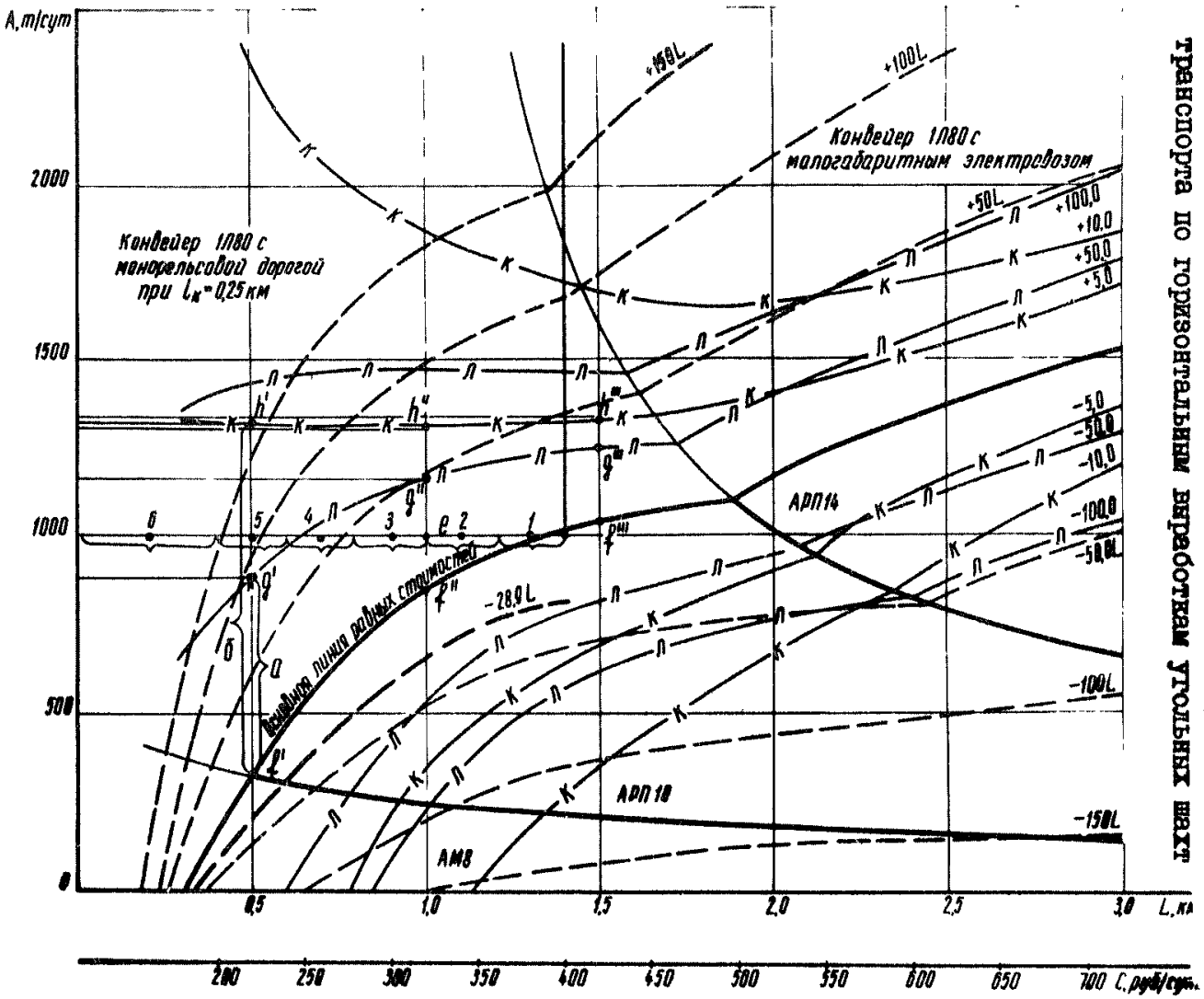

Рис.1. Области рационального применения конвейера типа Л80 ($l_к$=250 м) и локомотивов сцепным весом 8, 10 и 14 т (при переменной длине транспортирования).

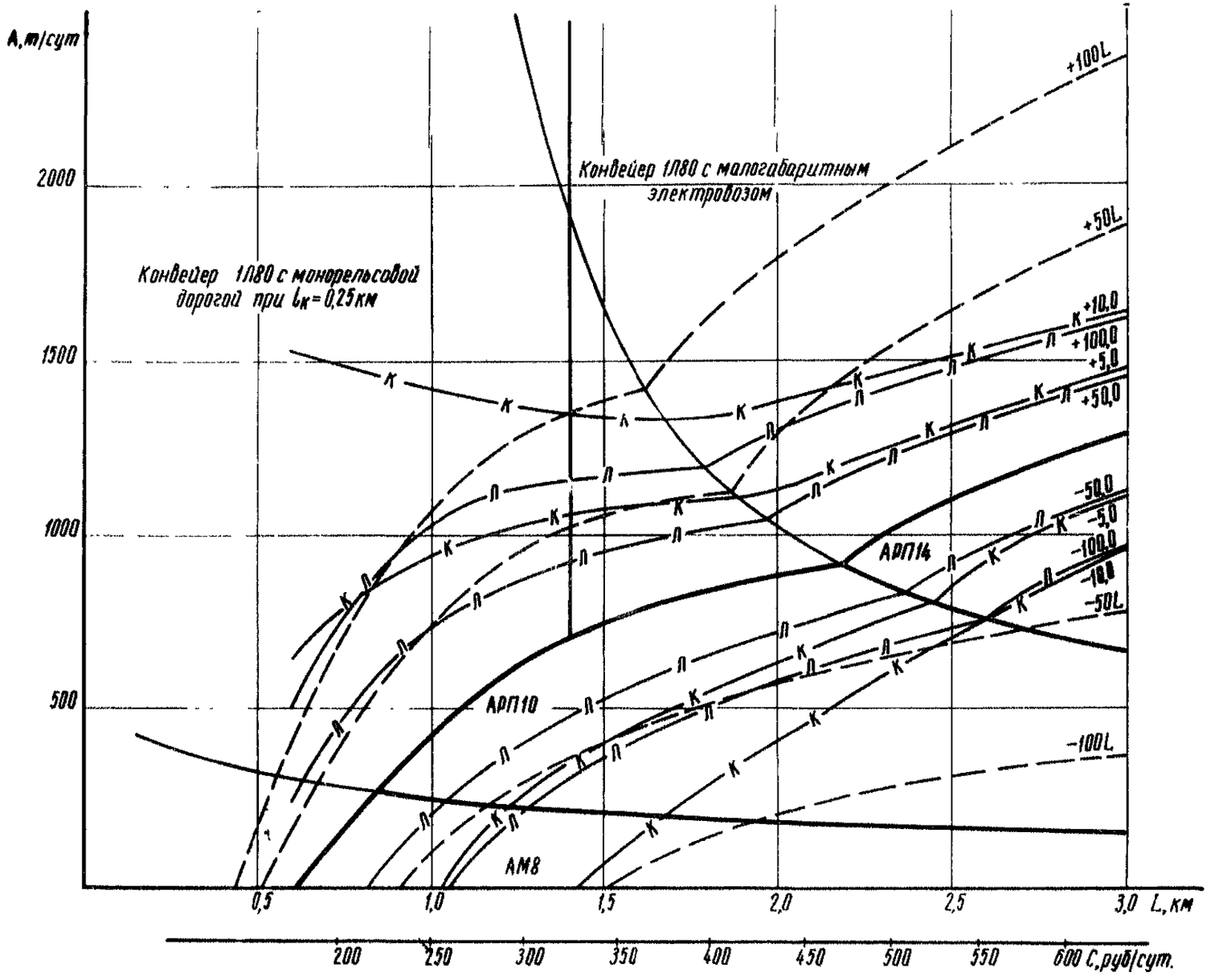

Рис.2. Области рационального применения конвейера типа Л80 ($l_к$=250 м) и локомотивов сцепным весом 8, 10 и 14 т (при постоянной длине транспортирования).

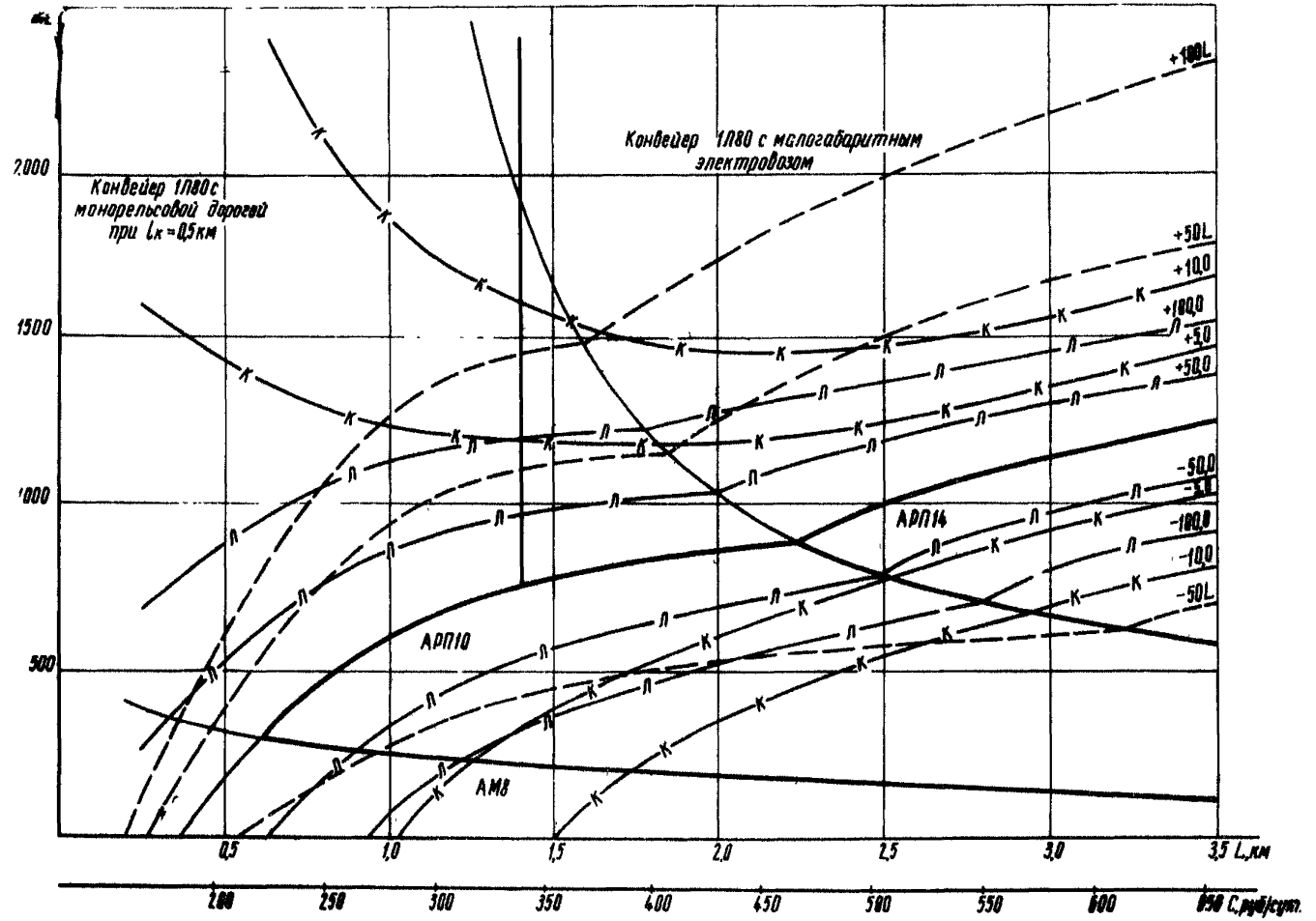

Рис.3. Области рационального применения конвейера типа Л80 ($l_к$=500 м) и локомотивов сцепным весом 8, 10 и 14 т (при переменной длине транспортирования).

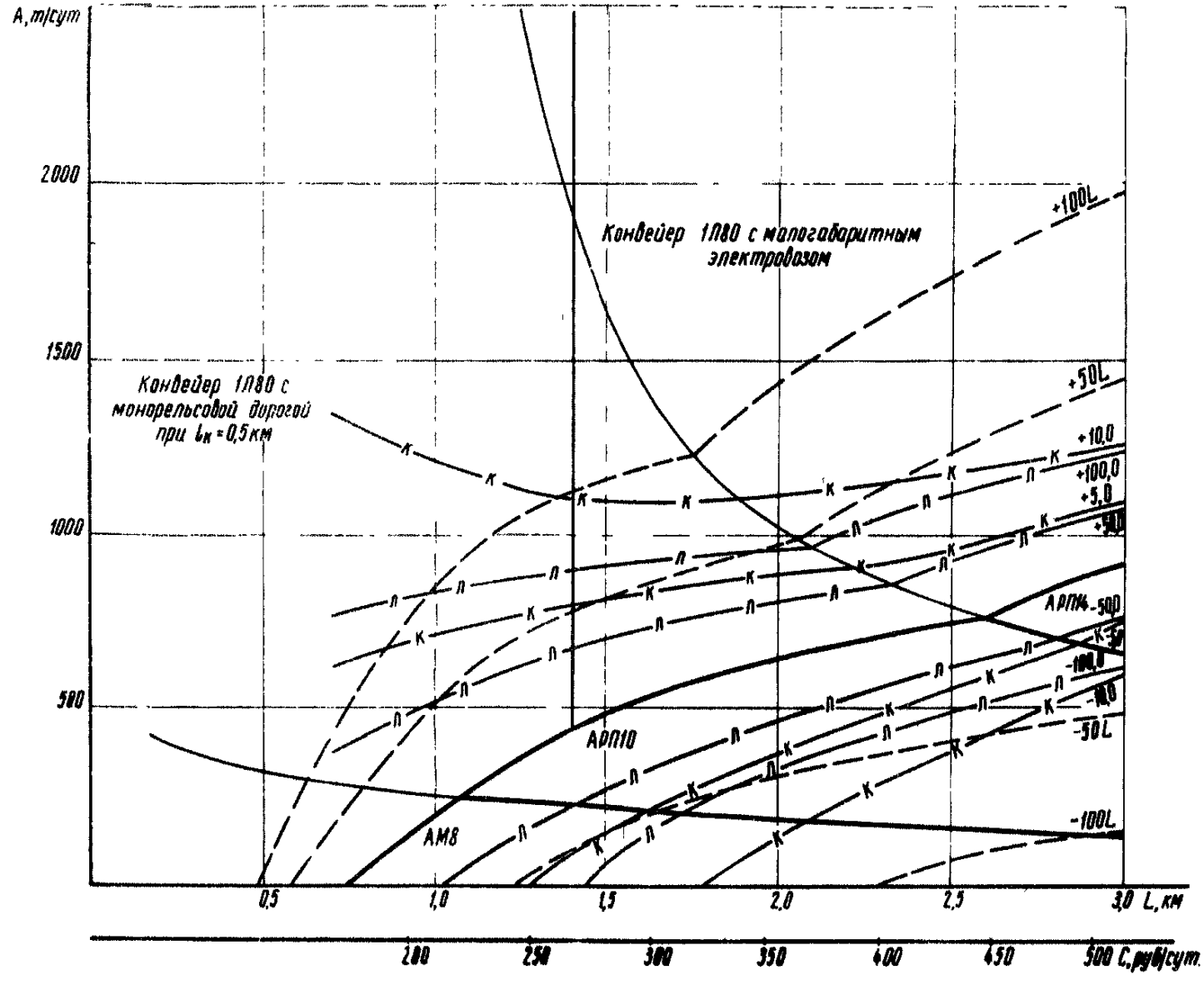

Рис.4. Области рационального применения конвейера типа Л80 ($l_к$=500 м) и локомотивов сцепным весом 8, 10 и 14 т (при постоянной длине транспортирования).

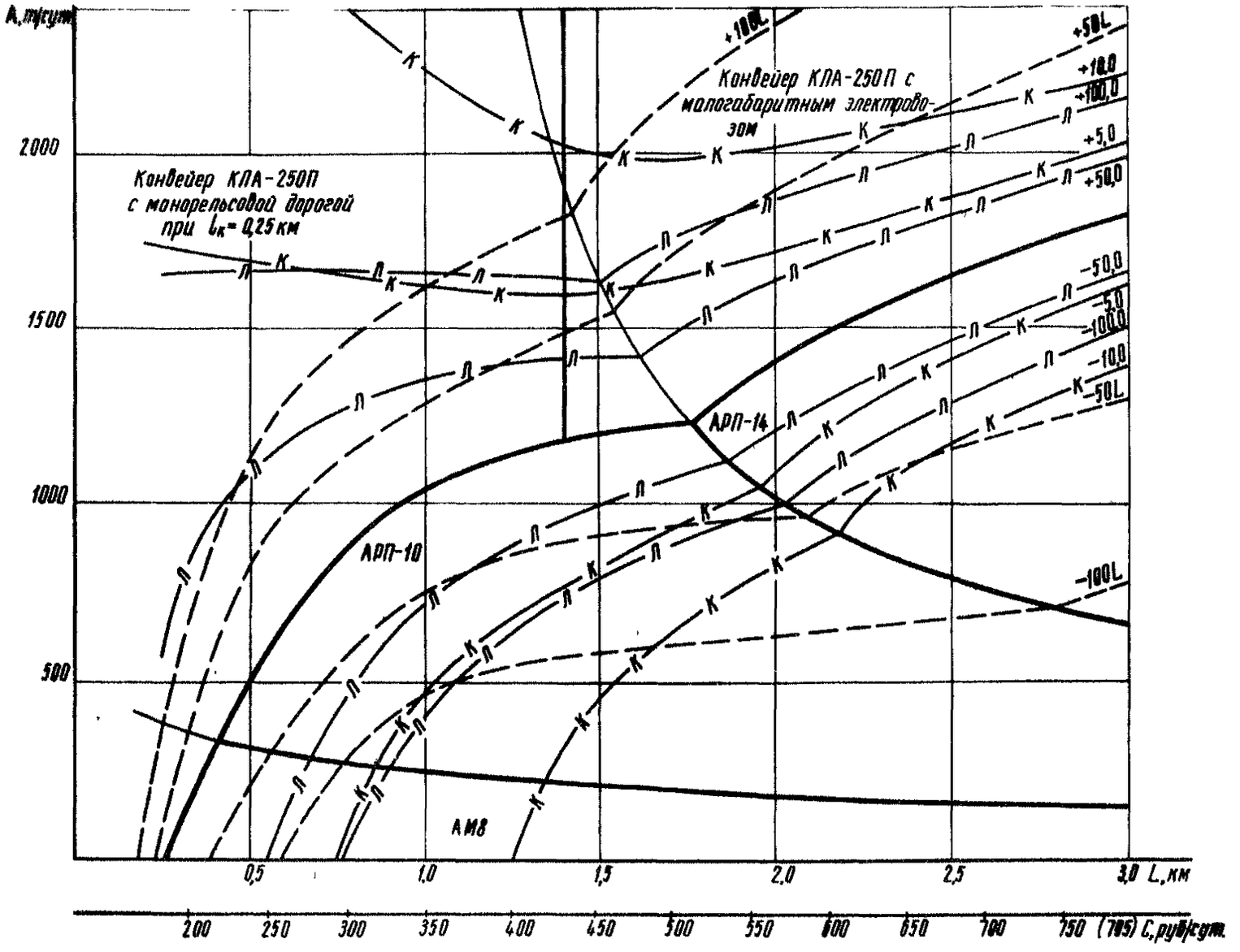

Рис.5. Области рационального применения конвейера типа КЛА-2[illegible]П ($l_к$ =250 м) и локомотивов сцепным весом 8,10 и 14 т (при переменной длине транспортирования).

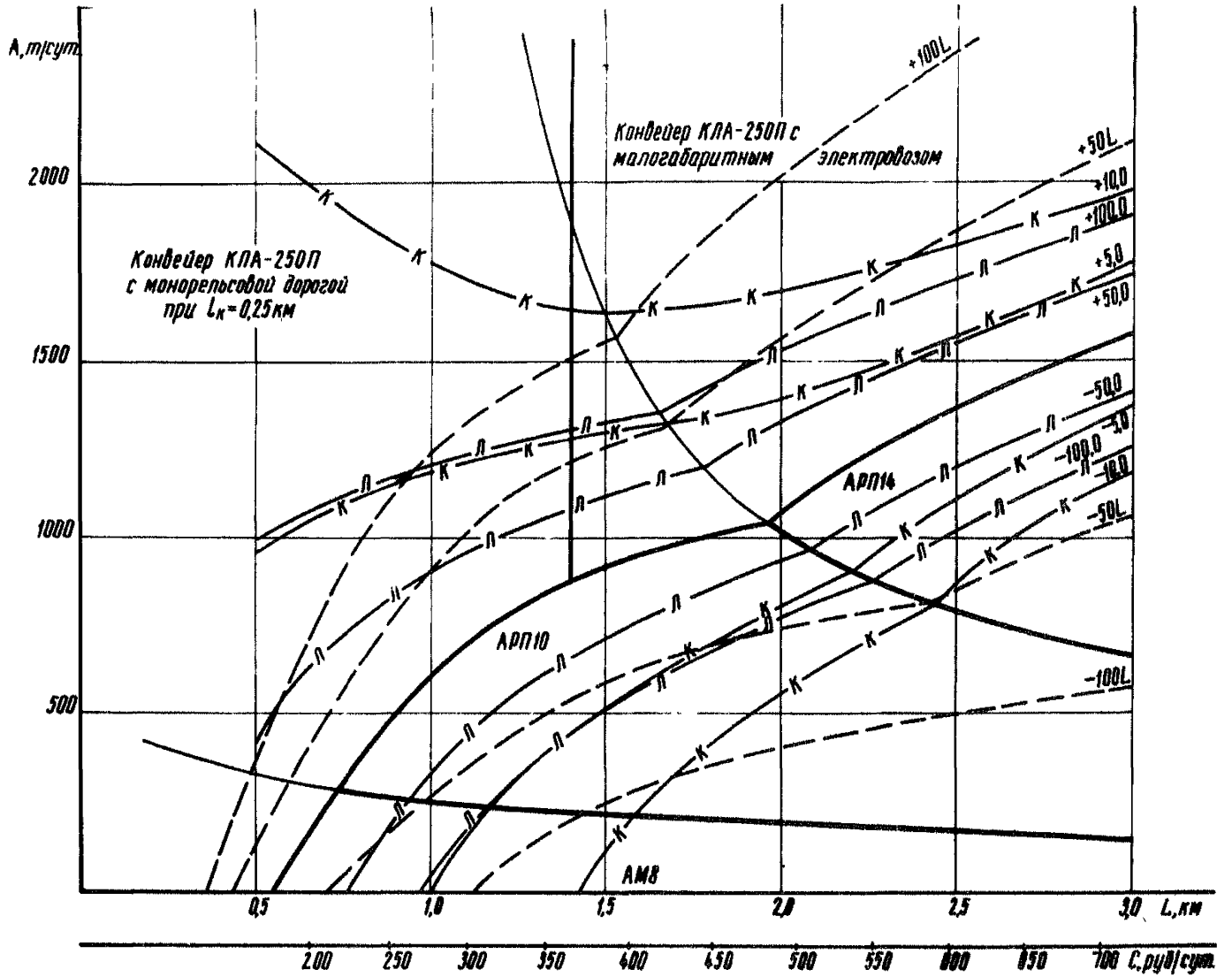

Рис.6. Области рационального применения конвейера типа КЛА-250П ($l_к$=250 м) и локомотивов сцепным весом 8, 10 и 14 т (при постоянной длине транспортирования).

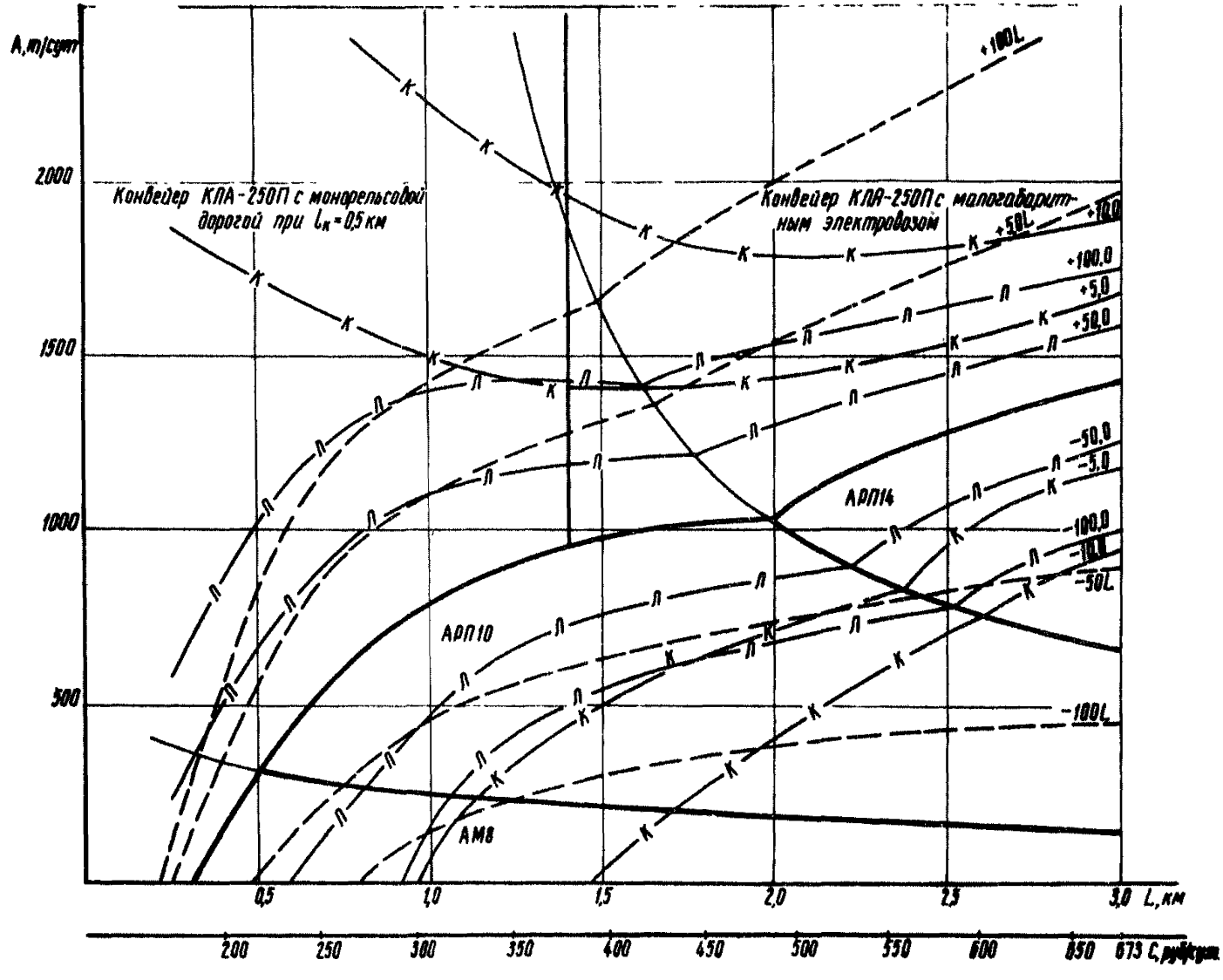

Рис.7. Области рационального применения конвейера типа КЛА-250П ($l_м$ =500 м) и локомотивов сцепным весом 8, 10 и 14 т (при переменной длине транспортирования).

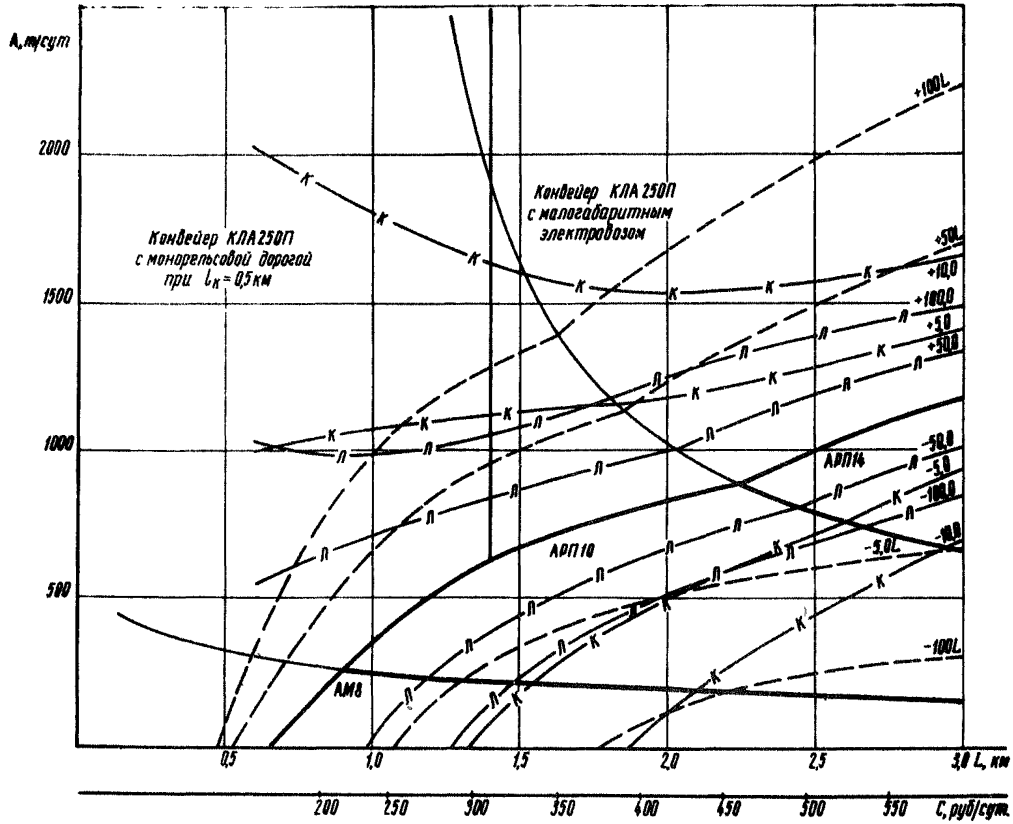

Рис.8. Области рационального применения конвейера типа КЛА-250 ($l_к$=500 м) и локомотивов сцепным весом 8, 10 и 14 т (при постоянной длине транспортирования).

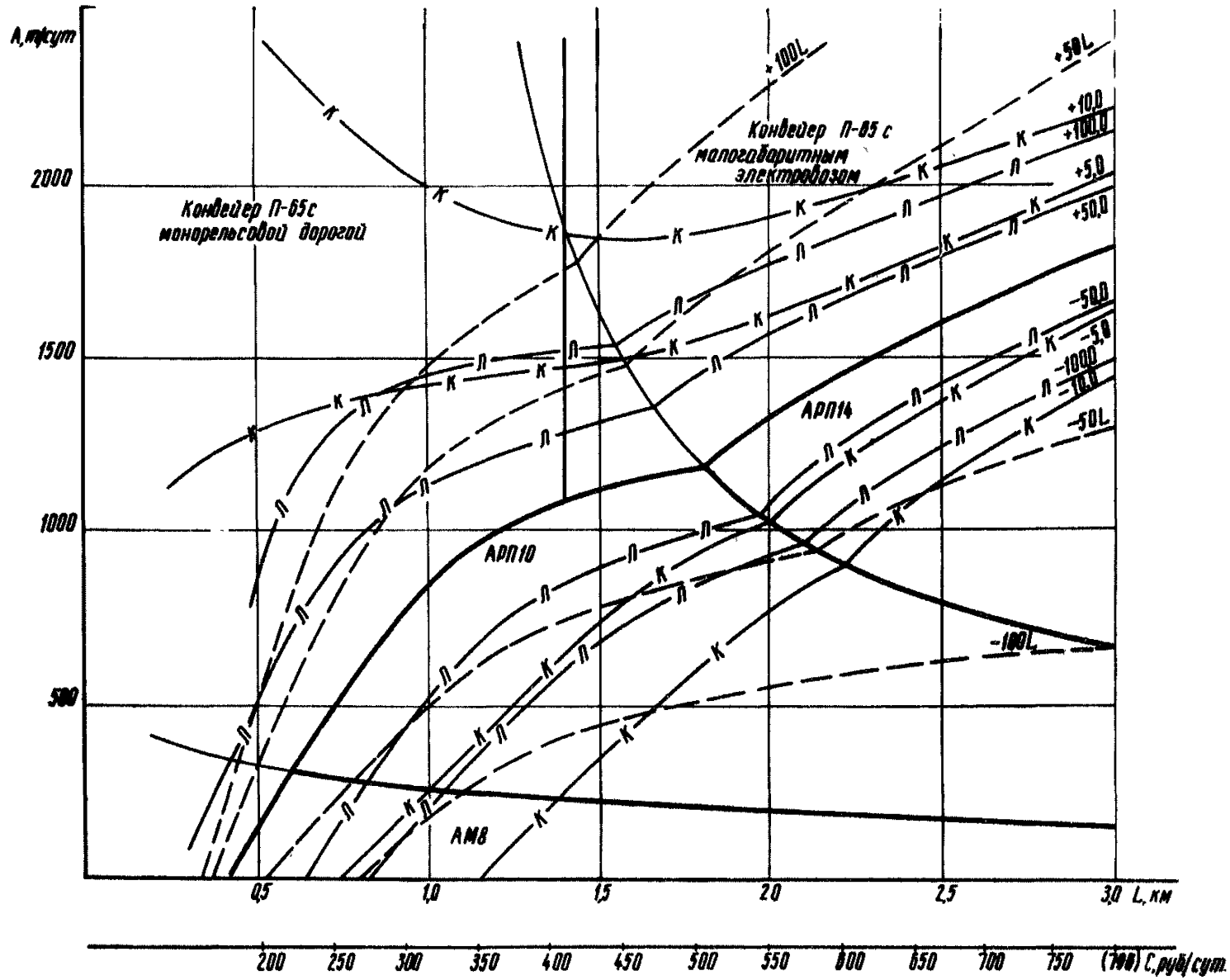

Рис.9. Области рационального применения пластинчатого конвейера типа П65 и локомотивов сцепным весом 8, 10 и 14 т (при переменной длине транспортирования).

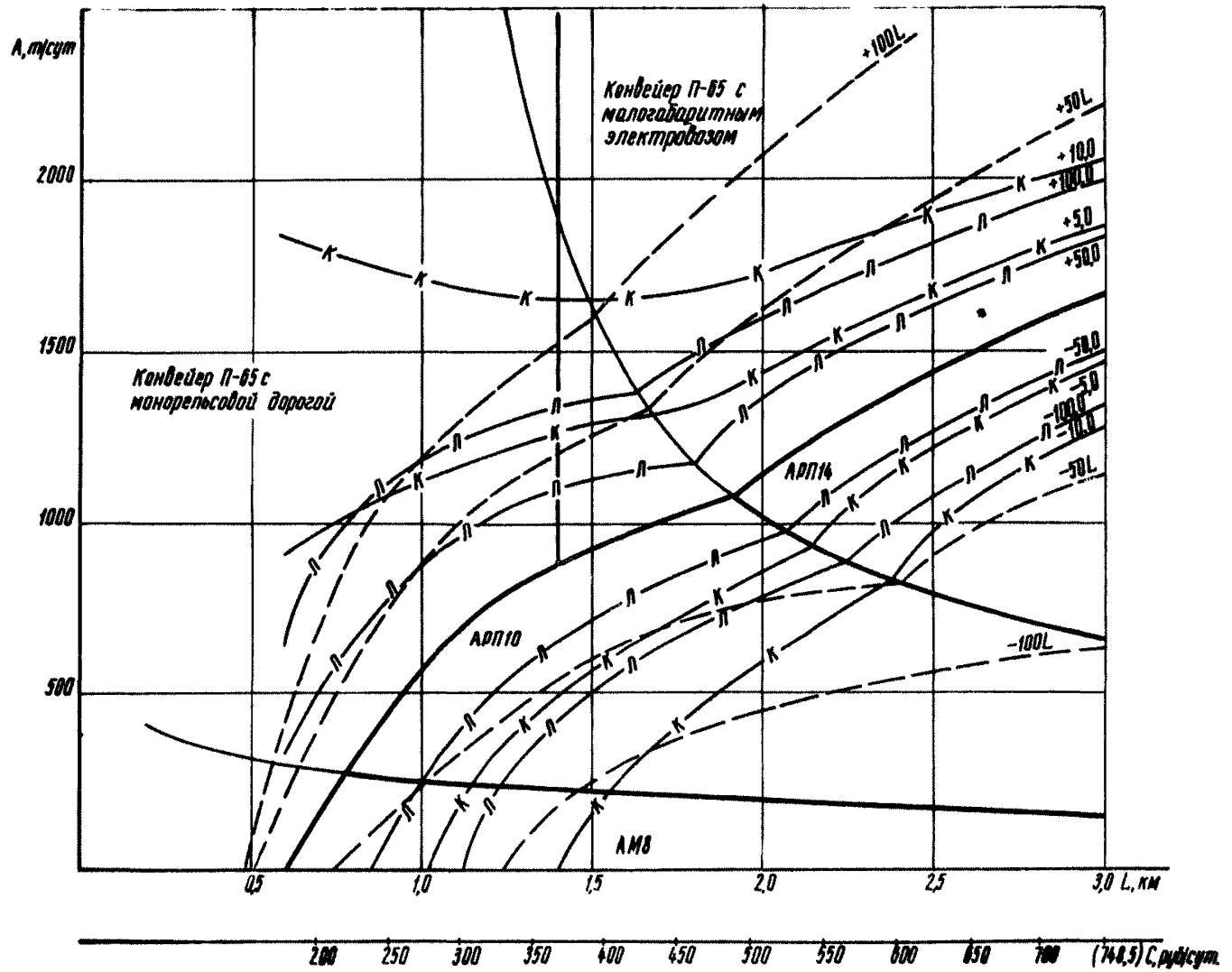

Рис. 10. Области рационального применения пластинчатого конвейера типа П65 и локомотивов сцепным весом 8, 10 и 14 т (при постоянной длине транспортирования).

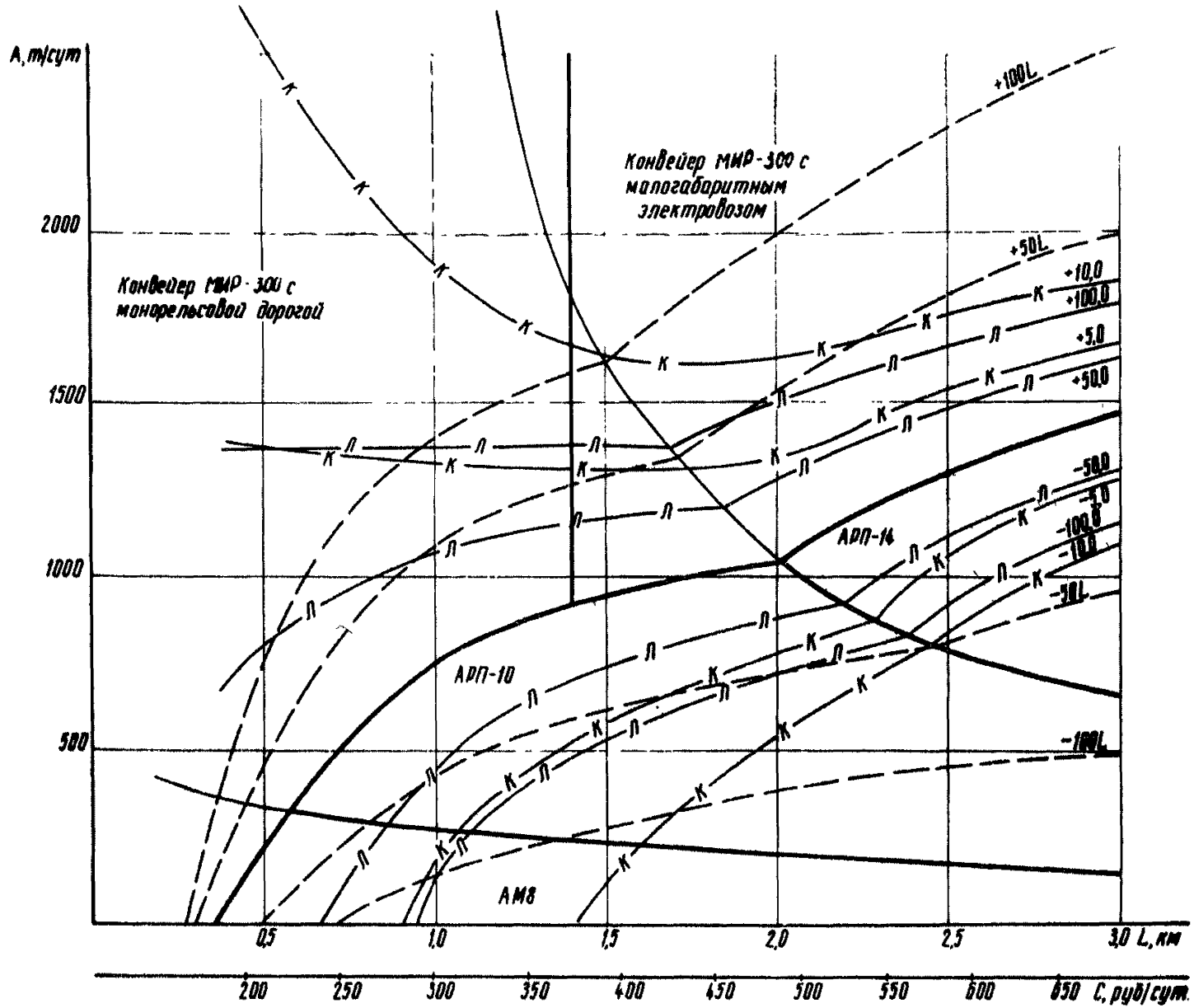

Рис.II. Области рационального применения ленточно-цепного конвейера типа МИР-300 и локомотивов сцепным весом 8, 10 и 14 т (при переменной длине транспортирования).

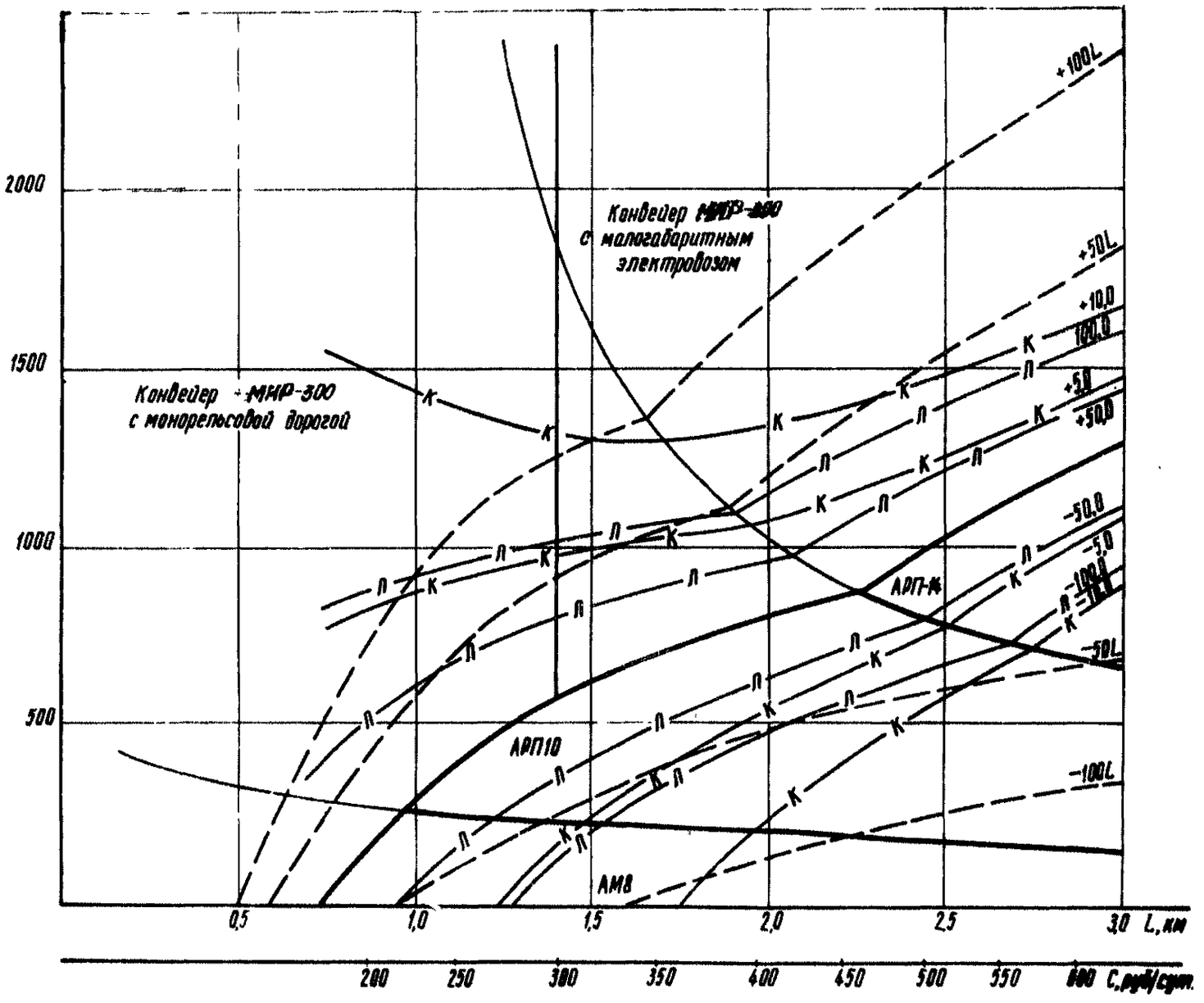

Рис.12. Области рационального применения ленточно-цепного конвейера типа МРП-300 и локомотивов сцепным весом 8, 10 и 14 т (при постоянной длине транспортирования).

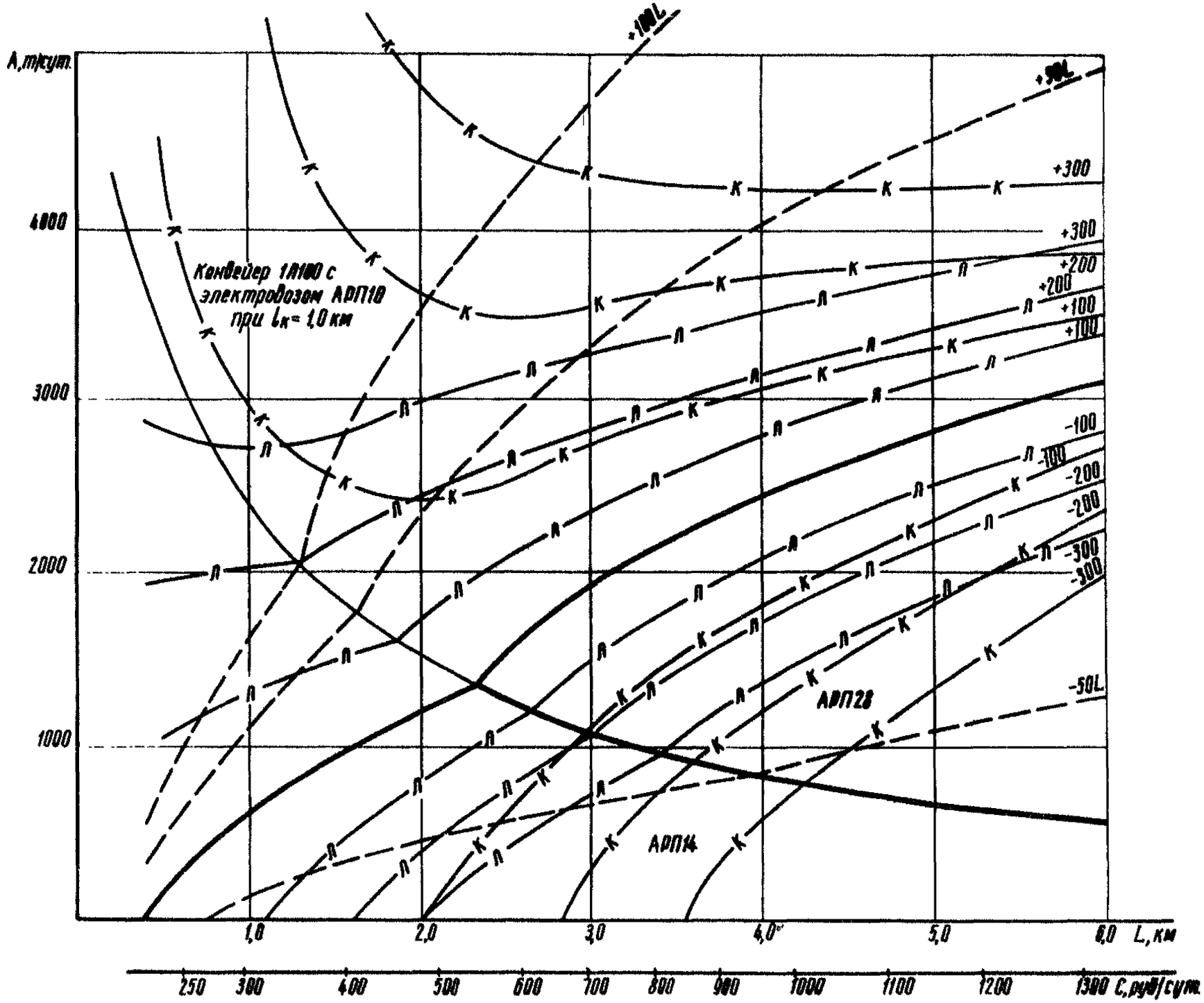

Рис.I3. Области рационального применения конвейера типа LЛ100 ($l_к$ =I,0 км) и локомотивов сцепным весом I4 и 28 т (при постоянной длине транспортирования).

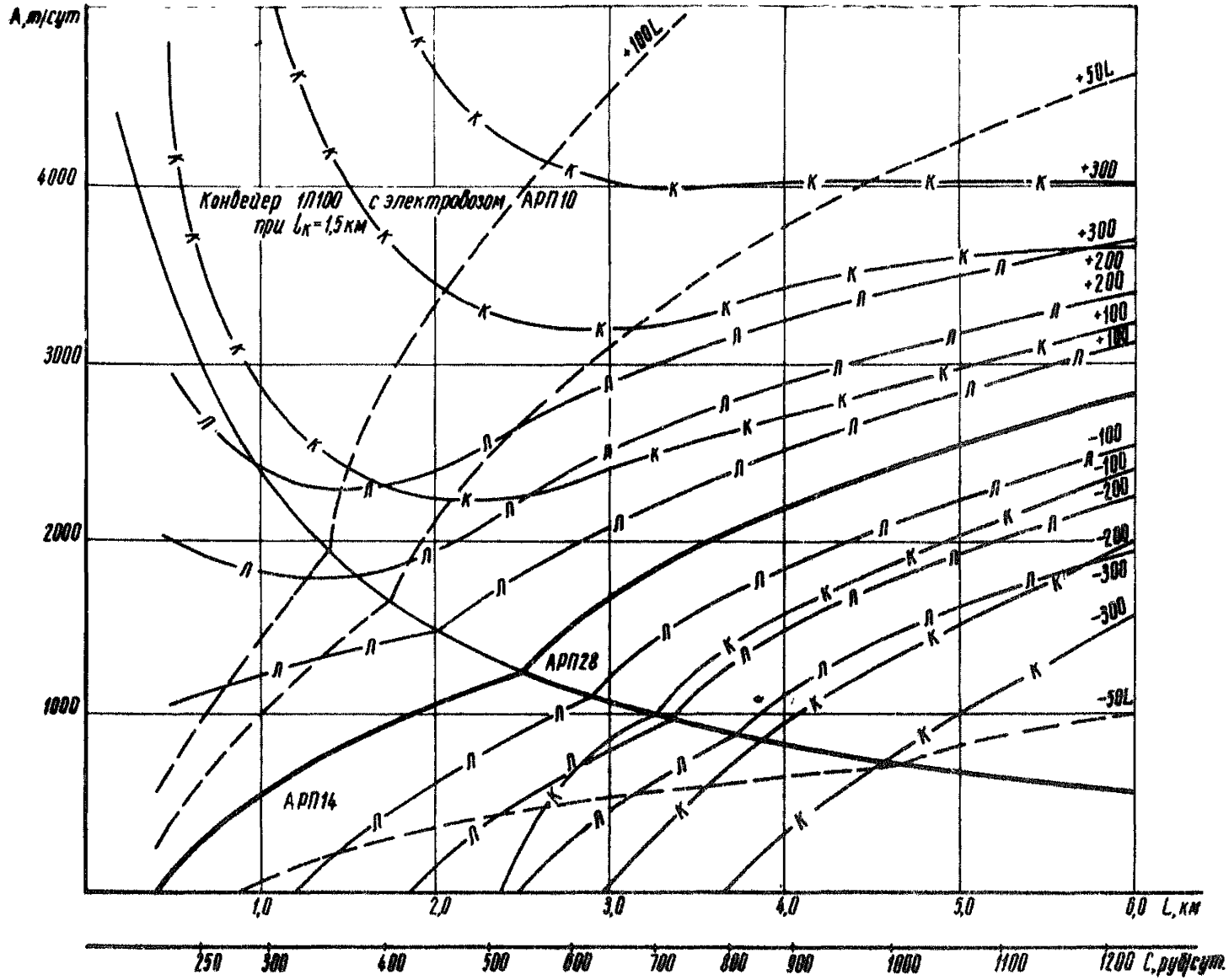

Рис.I4. Области рационального применения конвейера типа Л100 ($l_к$=I,5 км) и локомотивов сцепным весом I4 и 28 т (при постоянной длине транспортирования).

Приложение 6

Капитальные затраты на проведение I пог. м горизонтальной выработки для Донецкого бассейна [27]

$$K_{пр} = (K_1 S + K_2 + K_3)\rho \cdot \rho_к \rho_{обл}, \quad руб/пог\ м,$$

где K_1 и K_2 – стоимостные коэффициенты, см. табл.1;

K_3 – стоимость укладки рельсовых путей на I пог. м выработки, см. табл.2;

S – площадь поперечного сечения выработки в свету, $м^2$;

$\rho_к$ – коэффициент, учитывающий коксовую надбавку; принимается для выработок с деревянной крепью I,05 и для выработок с другими видами крепи I,04;

$\rho_{обл}$ – коэффициент, учитывающий уровень зарплаты и цен в различных областях и районах:

для Ворошиловградской области $\rho_{обл} = 0,I$;

для Донецкой области $\rho_{обл} = I,02$;

для Ростовской области $\rho_{обл} = I,03$;

ρ – коэффициент общешахтных расходов, принимаемый для III периода строительства шахты (после сдачи шахты в эксплуатацию) равным I,6; для II периода – $\rho = I,9$.

Таблица I

Значение коэффициентов K_1 и K_2 для горизонтальных выработок, закрепленных стальной арочной 3-х и 5-звеньевой крепью при откатке аккумуляторными и контактными электровозами и доставке конвейерами

Процент подрывки породы	Значение стоимостных коэффициентов при крепости пород (f)			
	f = 2÷3		f = 4÷6	
	K_1	K_2	K_1	K_2
Полное сечение по породе	I8,4	3[illegible]	I9,I	4I
6I–80	I7,I	37	I7,5	37
4I–60	I5,[illegible]	34	I6,6	35
26–40	I5,4	33	I6,4	35
I0–25	I5,3	33	I6,I	34

Таблица 2

Стоимость укладки рельсовых путей в горизонтальных горных выработках - K_3

Количество путей в выработке	Тип рельсов	Стоимость укладки рельсовых путей, руб./пог. м
I	Р-I8	I5
I	Р-24	I7
I	Р-33	I8
2	Р-I8	23
2	Р-24	26
2	Р-33	3I

Таблица 3

Справочные данные о средней расчетной стоимости проведения горизонтальных выработок, закрепленных стальной арочной крепью для наиболее типичных условий Донбасса (коэффициент крепости пород $f = 2 \div 6$: процент подрывки породы - 41÷60)

Сечение выработки в свету, $м^2$	Капитальные затраты на проведение I пог. м выработки		Примечание
	при $f = 2–3$	при $f = 4–6$	
5,2	228	237	В расчет стоимости принималась укладка одного рельсового пути
6,0	250	259	
7,I	280	290	
8,9	328	340	
II,2	390	406	
I2,7	430	448	

Приложение 7

Полные затраты на расширение и перекрепление выработок для Донецкого бассейна [9]

$$C = aS_н - bS_с + c, \quad руб/пог.м.$$

Значения коэффициентов a, b и c сведены в таблицу.

$S_с$ и $S_н$ – соответственно старое и новое сечение выработки в свету, $м^2$.

Таблица

Значение коэффициентов a, b и c

Коэффициенты	Горизонтальные выработки	
	с крепью из металлических арок	с крепью из железобетонных стоек
a	24,95	21,38
b	13,75	12,82
c	16,85	31,70

Приложение 8

Затраты на поддержание горных выработок

Таблица I

Расчетные формулы для определения стоимости поддержания горных выработок за весь срок их существования [8]

Выработки	Стоимость поддержания, руб.
Длина которых за период существования не изменяется: проводимые в массиве угля или пород	$C_{под} = 2 S K_н K_o' K_y L t$
Длина которых за период их существования непрерывно изменяется: пластовые штреки при прямом порядке отработки этажей или столбов	$C_{под} = 0{,}5 \cdot 2 S K_н K_т K_y K_o L (t + 2\beta)$
пластовые штреки при обратном порядке отработки этажей или столбов	$C_{под.} = 0{,}5 \cdot 2 S K_н K_y t (K_o' L + 0{,}6 K_т K_т \ell_т^{15})$
полевые штреки и штреки, проводимые в массиве угля	$C_{под.} = 0{,}5 \cdot 2 S K_н K_o' K_y L t$

В табл.I приняты следующие обозначения:

$C_{под.}$ - стоимость поддержания выработки за весь срок ее существования, руб.;

K_o' - коэффициент, учитывающий способ проведения и охраны выработки ($K_o' = 0{,}3–0{,}5$);

$\ell_т$ - длина тупика, поддерживаемого в выработанном пространстве, м;

L - длина выработки, м;

S - площадь поперечного сечения выработки в свету, $м^2$;

t - срок службы выработки, лет;

z – стоимость поддержания I м^3 горных выработок в свету при средних горногеологических условиях. Значения z приведены в табл.2;

K_m – коэффициент, учитывающий влияние мощности пласта. По данным ДонУГИ $K_m = 0{,}425\,(1{,}35 + m)$.

Если выработка пройдена в массиве угля, то $K_m = I$;

$K_н$ – коэффициент, учитывающий влияние глубины разработки. Для подготовительных выработок, закрепленных металлическими арками

$$K_н = 0{,}0035\,(H - 114),$$

где H – глубина разработки, м.

Условной границей зоны влияния глубины разработки на устойчивость горных выработок в породах средней устойчивости принята H = 400 м.

K_o – коэффициент, учитывающий влияние способа охраны выработок. Значения коэффициента K_o приведены в табл.3;

K_y – коэффициент, учитывающий влияние устойчивости боковых пород. Значения коэффициента по данным ДонУГИ приведены в табл.4;

β – коэффициент, зависящий от типа выработки и вида крепи. Для горизонтальных выработок, закрепленных
деревом – $\beta = 0{,}6$;
металлом – $\beta = 0{,}4$.

Таблица 2

Стоимость поддержания I м^3 горизонтальных выработок в свету при средних горногеологических условиях (z)

Пологие и наклонные пласты		
деревянная крепь	металлическая крепь	крепь из ж/б стоек
3,0	I,I	0,84

Таблица 3

Значения коэффициента влияния способа охраны горных выработок на стоимость их поддержания (K_o)

Способ охраны выработок		Значения коэффициента K_o
с одной стороны	с другой стороны	
Массив угля	Бутовая полоса и выработанное пространство	I,0
Бутовая полоса и массив угля	Бутовая полоса и выработанное пространство	0,6–0,8
Целик и выработанное пространство	Бутовая полоса и выработанное пространство	2,0–2,5
Порода или массив угля	Порода или массив угля	0,3–0,5
Массив угля	Целик и выработанное пространство	I,3–2,2
Бутовая полоса и выработанное пространство	Бутовая полоса и выработанное пространство	I,5–2,0
Целик и выработанное пространство	Целик и выработанное пространство	3,0–4,0

Таблица 4

Значения коэффициента, учитывающего влияние устойчивости боковых пород (K_y)

Класс пород (по ДонУГИ)	Значения коэффициента K_y	
	при деревянной крепи	при металлической крепи и крепи из ж/б стоек
Устойчивые	0,5	0,4
Средней устойчивости	I,0	I,0
Неустойчивые	I,75	2,2

Приложение 9

Расчет средней стоимости монтажно-демонтажных работ по укорачиванию или удлинению I пог. м конвейеров

Тип конвейера	Длина конвейера, м	Вес конвейера, кг	Условный вес I пог. м конвейера (с приводной и натяжной головками), кг/пог. м	Трудоемкость монтажно-демонтажных работ, чел.-смен на I конструкцию x)	Полная величина денежных расходов, приходящихся на I чел.-смену по монтажу-демонтажу, руб. x)	Трудоемкость работ по удлинению-укорачиванию I пог. м конвейера, чел.-смен	Стоимость удлинения или укорачивания I пог. м конвейера, руб.
ЛЛ80(КЛ-150А)	250	26600	106	3,0	13,2	0,318	4,2
	350	34870	100	3,0	13,2	0,300	4,0
	500	47300	95	3,0	13,2	0,285	3,8
КЛА-250П	250	32800	131	3,0	13,2	0,393	5,2
	350	42710	122	3,0	13,2	0,366	4,8
	500	57370	115	3,0	13,2	0,345	4,6
П-65	1200	284420	237	3,0	13,2	0,711	9,4
СП-63	100	22750	228	3,0	13,2	0,684	9,0
СР-70А	100	14990	150	3,0	13,2	0,45	5,9

x) Трудоемкость монтажно-демонтажных работ и полная величина денежных расходов, приходящихся на I чел.-смену, отработанную на работах по монтажу-демонтажу оборудования, принята по справочным нормативам Гипроуглемаша [10] .

Приложение I0

Справочные данные по возможному измельчению угля в процессе транспортирования [28, 36]

Наименование процессов	Выход штыба (0–6 мм), %	Примечание
Доставка по лаве:		
скребковым конвейером	3,I–6,9	На I00 м длины транспортирования
по металлическим (эмалированным) рештакам	4,I–I3,8	
по почве собственным весом	I0,5–I4,8	
Перегрузка с конвейера:		
на скребковый конвейер (h =0,4–0,5 м)	0,2–0,6	К общему объему
на ленточный конвейер (h=0,6–I,0 м)	0,I–0,3	
в вагонетку (h =I,2–I,8м)	0,7–I,2	
Перегрузка из вагонетки в бункер (h = 4,5–I0 м)	I,9–4,4	К общему объему
Транспортирование по горизонтальным выработкам:		
скребковым конвейером (без перегрузок)	3,9–7,6	На I00 м длины
ленточным конвейером длиной до 500 м	0,07–0,25	транспортирования
вагонетками	0,04–0,I5	
Транспортирование в скате	9,6–2I,3	То же
Транспортирование по наклонным выработкам:		
концевым и бесконечным канатом	0,04–0,I5	То же
ленточным конвейером (без перегрузок)	0,06–0,23	
скипом	0,03–0,I2	
Подъем по вертикальному стволу:		
скипом	0,I2–0,34	На I00 м длины
клетью	0,04–0,I3	транспортирования

Параметры потоков отказов забойных и транспортных систем

Таблица I

Параметры распределения потоков отказов угледобывающих машин и доставочных механизмов в лавах [20, табл.14, стр.40]

Комбайн	Показатели	Значение параметров распределения простоев, I/мин.			
		выемочной машины	доставочного механизма	прочих	общих
"Донбасс"	λ	$1{,}305 \cdot 10^{-2}$	$6{,}18 \cdot 10^{-3}$	$1{,}64 \cdot 10^{-2}$	$3{,}45 \cdot 10^{-2}$
	μ	$8{,}21 \cdot 10^{-2}$	$6{,}53 \cdot 10^{-2}$	$6{,}46 \cdot 10^{-2}$	$6{,}26 \cdot 10^{-2}$
ЛГД	λ	$1{,}66 \cdot 10^{-2}$	$8{,}55 \cdot 10^{-3}$	$1{,}51 \cdot 10^{-2}$	$4{,}25 \cdot 10^{-2}$
	μ	$5{,}40 \cdot 10^{-2}$	$5{,}98 \cdot 10^{-2}$	$6{,}28 \cdot 10^{-2}$	$4{,}61 \cdot 10^{-2}$
К-52м	λ	$9{,}54 \cdot 10^{-3}$	$7{,}86 \cdot 10^{-3}$	$2{,}71 \cdot 10^{-2}$	$4{,}96 \cdot 10^{-2}$
	μ	$4{,}59 \cdot 10^{-2}$	$6{,}10 \cdot 10^{-3}$	$7{,}24 \cdot 10^{-2}$	$5{,}58 \cdot 10^{-2}$

Таблица 2

Параметры распределения простоев звеньев транспорта, обслуживающих лавы [20, табл.15]

Вид транспорта по откаточному штреку	Показатели	Значения параметров распределения простоев звеньев транспорта, 1/ мин.		
		примыкающих непосредственно к лаве	последующих	общих
Локомотивный	λ	$1,13.10^{-2}$	$4,55.10^{-3}$	$1,35.10^{-2}$
	μ	$4,95.10^{-2}$	$7,83.10^{-2}$	$5,37.10^{-2}$
Конвейерный	λ	$6,02.10^{-3}$	$6,67.10^{-3}$	$1,04.10^{-2}$
	μ	$8,84.10^{-2}$	$4,075.10^{-2}$	$5,40.10^{-2}$

Таблица 3

Параметры распределения простоев локомотивного транспорта на горизонтах околоствольных дворов, систем подъема, транспорта по наклонным выработкам [20, табл.16]

Параметры	Значение параметров распределения простоев, характеризующих работу транспорта, I/мин.						
	по горизонтальным выработкам горизонтов околоствольных дворов	по наклонным выработкам, оборудованным				по вертикальным стволам, оборудованным	
		конвейерами	концевой откаткой в скипах	концевой откаткой в вагонетках	откаткой бесконечным канатом	скиповым подъемом	клетевым подъемом
λ	$3,77.10^{-2}$	$2,58.10^{-2}$	$2,98.10^{-2}$	$2,54.10^{-2}$	$5,09.10^{-2}$	$2,92.10^{-2}$	$3,40.10^{-2}$
μ	$3,55.10^{-2}$	$6,90.10^{-2}$	$4,74.10^{-2}$	$5,85.10^{-2}$	$9,03.10^{-2}$	$6,77.10^{-2}$	$14,10.10^{-2}$

Таблица 4

Показатели, характеризующие простои транспортных систем [20, табл 21]

Показатели	Показатели, характеризующие простои транспорта												
	по горизонтальным выработкам							по наклонным выработкам, оборудованным				по вертикальным стволам, оборудованным	
	примыкающих непосредственно к лаве		последующих звеньев		общие		горизонтов околоствольных дворов	конвейерами	концевой откаткой в скипах	концевой откаткой в вагонетках	откаткой бесконечным канатом	скиповым подъемом	клетевым подъемом
	Вид транспорта												
	локомотив	конвейер	локомотив	конвейер	локомотив	конвейер							
$C_{пр\,т}$	2,61	I,I4	0,63	I,26	3,22	2,37	6,67	7,86	7,68	7,43	I3,67	8,58	I3,25
$\alpha_т$	0,750	0,545	0,394	0,575	0,793	0,722	0,89	I,25	I,I7	I,I6	I,I7	I,I7	I,33

Таблица 5

Показатели, характеризующие простои в лавах [20, табл.22]

Комбайн	Показатели, характеризующие простои в лавах							
	выемочной машины		доставочного механизма		прочие		общие	
	$C_{пр.т}$	$\alpha_т$	$C_{пр.т}$	$\alpha_т$	$C_{пр.т}$	$\alpha_т$	$C_{пр.т}$	$\alpha_т$
"Донбасс"	3,33	0,800	I,I33	0,536	4,78	I,20	8,20	I,040
ЛГД	4,02	0,845	I,900	0,677	4,46	I,030	8,25	I,070
К-52м	2,07	0,690	I,800	0,692	7,20	I,020	9,66	I,040

Приложение I2

Данные о возможной минутной приемной способности конвейеров [I7]

Тип конвейера	Ширина несущего полотна, мм	Скорость движения несущего полотна, м/сек.	Приемная способность, т/мин.
Для горизонтальных выработок:			
КЛ-I50А	800	I,6	4,4
КЛ-I50А	800	2,0	5,6
ЛЦ80	800	I,6	5,4
ЛЦ80	800	2,0	6,7
КЛА-250П	900	I,85	6,6
ЛЦ100	I000	I,6	8,3
Мир-300 (ЛЦ80)	800	I,25	5,0
П-65	650	I,06	6,0
П-80	800	I,2	I2,5
Для бремсбергов:			
ЛЛБ80	800	I,6	5,7
ЛЛБ80	800	2,0	7,I
КЛБ-250	900	I,25	4,6
ЛЛБ-I00	I000	I,6	8,8
Для уклонов:			
КЛ-I50У	800	I,6	4,6
КРУ-260_4	900	I,5	5,6
2ЛУ-I00	I000	I,6	8,8
КРУ-350	I200	I,5	I0,0
2ЛУI200	I200	2,0	I4,2

Формулы для определения среднеквадратических отклонений ($\sigma_{мм}$) минутных коэффициентов неравномерности за машинное время работы забойного оборудования [20,2I,35]

Тип забойного механизма	Производительность $P_м$, т/мин.	Формулы для определения $\sigma_{мм}$
Врубовые машины	0,9–3,3	$0,39.0,I4^{\lg P_м}$
Комбайн "Кировец"	0,25–2,25	$0,29.0,35^{\lg P_м}$
Комбайн "Горняк"	0,5–I,I	$0,I8.0,57^{\lg P_м}$
Комбайн "Родина"	0,6–I4,0	$0,33.0,23^{\lg P_м}$
Комбайн ЛГД	0,5–I3,0	$0,49.0,I7^{\lg P_м}$
Комбайн "Донбасс"	0,3–3,I	$0,36.0,40^{\lg P_м}$
Комбайн ДУ–I	0,45–2,25	$0,30.0,24^{\lg P_м}$
Комбайн К–52м	0,95–2,85	$0,38.0,I2^{\lg P_м}$
Струг УСБ–2м	0,75–2,I	$0,53.0,44^{\lg P_м}$

Функция потерь *I9, табл.2, стр.2I8

$$\Pi(ZR) = \left\{\varphi(ZR) - \varphi(3) - Z_R\left[\Phi(3) - \Phi(ZR)\right]\right\}^*$$ [19, табл. 2, стр. 218]

	0	I	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,3945	0,3897	0,3849	0,3802	0,3754	0,3707	0,3660	0,36I4	0,3568	0,3522
0,I	0,3467	0,3422	0,3378	0,3335	0,3293	0,3248	0,3206	0,3I62	0,3I20	0,3080
0,2	0,3027	0,2986	0,2946	0,2907	0,2867	0,2829	0,2790	0,275I	0,27I3	0,2675
0,3	0,2628	0,2590	0,2554	0,25I9	0,2483	0,2447	0,24I2	0,2378	0,2343	0,2309
0,4	0,2266	0,2233	0,2200	0,2I68	0,2I35	0,2I04	0,2072	0,204I	0,20I0	0,I980
0,5	0,I94I	0,I9II	0,I882	0,I853	0,I825	0,I796	0,I768	0,I74I	0,I7I3	0,I686
0,6	0,I65I	0,I624	0,I599	0,I574	0,I549	0,I524	0,I499	0,I474	0,I449	0,I426
0,7	0,I395	0,I37I	0,I349	0,I326	0,I304	0,I282	0,I26I	0,I240	0,I2I8	0,II97
0,8	0,II69	0,II49	0,II29	0,III0	0,I090	0,I072	0,I052	0,I033	0,I0I6	0,0998
0,9	0,I003	0,0955	0,0938	0,09I9	0,0905	0,0889	0,0872	0,0856	0,0840	0,0825
I,0	0,0803	0,0789	0,0772	0,0759	0,0745	0,073I	0,07I7	0,0704	0,0690	0,0677
I,I	0,0658	0,0645	0,0632	0,062I	0,0609	0,0596	0,0585	0,0573	0,0562	0,055I
I,2	0,0534	0,0523	0,05I2	0,0502	0,0492	0,0483	0,0473	0,0464	0,0452	0,0444
I,3	0,0430	0,04I9	0,04II	0,0402	0,0396	0,0387	0,0378	0,0372	0,036I	0,0354
I,4	0,034I	0,0333	0,0328	0,0320	0,03I5	0,0308	0,0299	0,0290	0,0287	0,028I
I,5	0,0270	0,0264	0,0257	0,0253	0,0247	0,024I	0,0236	0,023I	0,0225	0,0220
I,6	0,02II	0,0205	0,020I	0,0I97	0,0I93	0,0I88	0,0I82	0,0I78	0,0I74	0,0I7I
I,7	0,0I62	0,0I59	0,0I55	0,0I5I	0,0I48	0,0I44	0,0I40	0,0I37	0,0I33	0,0I3I
I,8	0,0I25	0,0I20	0,0II7	0,0II5	0,0II2	0,0II0	0,0II6	0,0I03	0,0I0I	0,0098
I,9	0,0093	0,0089	0,0087	0,0086	0,0084	0,0082	0,0079	0,0078	0,0076	0,0073
2,0	0,0070	0,0066	0,0065	0,0062	0,006I	0,0060	0,0058	0, 0057	0,0056	0,0053

	0	I	2	3	4	5	6	7	8	9
2,I	0,0050	0,0048	0,0047	0,0045	0,0044	0,0044	0,004I	0,004I	0,0040	0,0038
2,2	0,0036	0,0033	0,0033	0,003I	0,003I	0,003I	0,0029	0,0029	0,0027	0,0027
2,3	0,0025	0,0024	0,0024	0,0022	0,0022	0,002I	0,0020	0,0020	0,00I9	0,00I8
2,4	0,00I7	0,00I5	0,00I4	0,00I3	0,00I3	0,00I3	0,00I2	0,00I2	0,00I2	0,00I2
2,5	0,00II	0,00I0	0,0009	0,0009	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007
2,6	0,0006	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0003	0,0003
2,7	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,000I
2,8	0,000I	0,000I	0,000I	0,000I	0,000I	0,000I	0,000I	0,000I	0,000I	0,000I
2,9	0,000I	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

* $\varphi(ZR) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}Z_R^2}$, $\Phi(ZR) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{ZR} e^{-\frac{Z_R}{2}} dZR$.

Приложение I5

Справочные данные ЦНИЭИУголь об удельном весе условно-постоянных расходов по отдельным производственным процессам в себестоимости I т угля по шахтам Донбасса (в % к производственной себестоимости угля на шахте)

а) при оборудовании очистных забоев комбайнами и индивидуальной крепью на пологих пластах

Нагрузка на шахту, т/сутки	Условно-постоянные расходы по обслуживанию одного очистного забоя при базовой его нагрузке, т/сутки $f_{об.}$							Условно-постоянные расходы непосредственно по одному очистному забою $f_{п}$ при базовой его нагрузке, т/сутки							Условно-постоянные расходы по обслуживанию общешахтных звеньев $f_{ш}$ на шахтах со средней нагрузкой очистного забоя, т/сутки						
	250	300	400	500	600	800	I000	250	300	400	500	600	800	I000	200	300	400	500	600	800	I000
500	3,6	4,0	4,5	5,0	–	–	–	3,9	4,2	4,6	5,4	–	–	–	58,4	59,5	6I,6	6I,8	–	–	–
700	3,0	3,2	3,7	4,2	4,6	–	–	3,3	3,5	3,8	4,6	4,5	–	–	5I,8	52,9	54,4	54,9	55,8	–	–
I000	2,4	2,6	3,0	3,4	3,7	4,4	5,I	2,4	2,8	3,I	3,7	4,I	4,9	5,6	44,7	45,8	47,3	48,I	48,7	49,4	49,9
I500	I,8	2,0	2,3	2,6	2,6	3,4	3,9	2,0	2,I	2,3	2,8	3,I	3,7	4,3	37,4	38,5	40,I	40,7	4I,4	42,2	42,6
2000	I,4	I,5	I,8	2,I	2,3	2,7	3,2	I,6	I,8	I,9	2,3	2,5	3,0	3,5	33,I	34,I	35,6	36,2	36,8	37,5	38,0
3000	I,0	I,I	I,3	I,5	I,7	2,0	2,3	I,I	I,2	I,4	I,6	I,8	2,2	2,5	26,2	29,2	30,5	3I,2	3I,7	32,4	32,8
4000	0,8	0,9	I,0	I,2	I,3	I,5	I,8	0,9	I,0	I,I	I,3	I,4	I,7	2,0	25,4	26,3	27,5	28,2	28,6	29,2	29,7

б) При оборудовании очистных забоев механизированными комплексами на пологих пластах

Суточная добыча шахты, т	Удельный вес добычи угля комплексами в очистной добыче по шахте	Условно-постоянные расходы по обслуживанию одного очистного забоя $\gamma_{об}$ при базовой его нагрузке, т/сутки								Условно-постоянные расходы непосредственно по одному очистному забою $\gamma_{п}$ при базовой его нагрузке, т/сутки								Условно-постоянные расходы по обслуживанию общешахтных звеньев $\gamma_{ш}$ на шахтах со среднесуточной нагрузкой очистного забоя, т/сутки							
		300	400	500	600	800	I000	I250	I500	300	400	500	600	800	I000	I250	I500	300	400	500	600	800	I000	I250	I500
I000	I,0	2,9	3,4	3,9	4,2	4,9	-	-	-	3,I	3,5	3,9	4,I	4,7	-	-	-	5I,8	53,5	54,6	55,5	56,5	-	-	-
	0,8	2,9	3,3	3,7	4,I	4,8	-	-	-	3,0	3,4	3,7	4,0	4,6	-	-	-	50,I	52,0	53,3	54,0	55,0	-	-	-
	0,6	2,8	3,2	3,6	4,0	-	-	-	-	3,0	3,5	3,6	3,9	4,4	-	-	-	48,9	50,7	5I,9	52,6	53,7	-	-	-
	0,4	2,7	3,I	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-	47,9	49,6	-	-	-	-	-	-
I500	I,0			2,9	3,3	3,9	4,5	5,3	6,I			3,I	3,5	4,3	4,9	5,7	6,6			46,8	47,5	48,5	49,3	50,9	50,9
	0,8			2,9	3,2	3,8	4,4	5,2	-			3,2	3,5	4,2	4,8	5,6	-			45,4	46,2	47,I	47,5	47,6	-
	0,6			2,8	3,I	3,7	-	-	-			3,0	3,4	4,I	-	-	-			44,I	44,8	45,7	-	-	-
	0,4			2,7	3,0	-	-	-	-			3,0	3,3	-	-	-	-			43,0	43,6	-	-	-	-
2000	I,0			2,4	2,7	3,2	3,7	4,4	5,I			2,7	2,9	3,5	4,I	4,7	5,4			42,0	42,5	43,3	44,4	44,4	44,6
	0,8			2,3	2,6	3,I	3,6	4,3	4,9			2,6	2,8	3,4	3,9	4,6	5,3			40,7	4I,5	42,5	43,0	43,5	43,8
	0,6			2,3	2,5	3,0	3,5	-	-			2,5	2,7	3,3	3,8	-	-			39,5	40,2	4I,I	4I,7	-	-
	0,4			2,2	2,5	2,9	-	-	-			2,4	2,7	3,2	-	-	-			38,3	39,0	39,7	-	-	-
3000	I,0			I,8	2,0	2,4	2,7	3,2	3,7			I,9	2,I	2,6	3,0	3,5	3,9			36,6	37,4	38,3	38,9	39,5	39,8
	0,8			I,7	I,9	2,3	2,6	3,I	3,5			I,8	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8			35,3	36,I	37,0	37,5	38,0	38,3
	0,6			I,6	I,8	2,2	2,5	3,0	3,4			I,7	2,0	2,4	2,8	3,2	3,7			34,3	35,I	35,8	36,I	36,6	37,0
	0,4			I,6	I,8	2,I	2,5	-	-			I,7	I,9	2,3	2,7	-	-			33,I	33,7	34,5	35,I	-	-
	0,2			I,5	I,7	-	-	-	-			I,7	I,8	-	-	-	-			32,I	32,7	-	-	-	-
4000	I,0			I,4	I,5	I,9	2,2	2,6	2,9			I,5	I,7	2,0	2,4	2,8	3,I			32,I	34,0	34,0	34,0	34,2	35,0
	0,8			I,3	I,5	I,8	2,I	2,4	2,8			I,5	I,6	2,0	2,2	2,6	3,0			32,0	32,8	33,5	34,0	34,0	34,9
	0,6			I,3	I,4	I,7	2,0	2,3	2,7			I,4	I,6	I,9	2,2	2,5	2,9			3I,0	3I,6	32,4	32,9	33,4	33,6
	0,4			I,2	I,4	I,6	2,0	2,3	2,6			I,4	I,5	I,8	2,I	2,4	2,8			30,0	30,6	3I,3	3I,8	32,I	32,4
	0,2			I,2	I,3	I,6	I,9	-	-			I,3	I,4	I,7	2,0	-	-			29,0	29,6	30,2	30,7	-	-

Л И Т Е Р А Т У Р А

I. ДонУГИ. Инструкция по установлению на ЭЦВМ "Минск-2" оптимальных средств подземного транспорта при заданном расположении транспортных выработок в угольных шахтах. Донецк, I968.

2. ДонУГИ. Методика определения оптимальных величин резервов производительности транспортных установок и аккумулирующих емкостей на стыках транспортных звеньев с помощью номограмм. Донецк, I97I.

3. ДонУГИ. Методика и программа определения на ЭЦВМ резервов производительности транспортных установок действующих шахт. Донецк, I97I.

4. ДонУГИ. Методика определения экономических показателей эффективности транспортных систем угольных шахт. ДонУГИ. Донецк, I970.

5. ДонУГИ. Методика разработки рекомендаций по замене непрогрессивных средств транспорта по наклонным выработкам более совершенными. Донецк, I97I.

6. ДонУГИ. Перечень основного оборудования, рекомендуемого для применения в угольной промышленности Украинской ССР в I97I–I975гг. МУП УССР – ДонУГИ. I97I.

7. ДонУГИ. Принципиальные технологические схемы механизации разработки угольных пластов на шахтах Украинской ССР. Донецк, I969.

8. Звягин П.З., Кузнецов К.И., Шорин В.Г., Митейко А.И., Фридман А.И. Современные методы проектирования угольных шахт. "Недра", М., I968.

9. Зельвянский А.Ш., Кауфман Л.П. Стоимостные параметры на расширение и перекрепление выработок "Проектирование и строительство угольных предприятий", № 3, I969.

I0. ИГД им.А.А.Скочинского. Временная отраслевая методика определения экономической эффективности механизации и автоматизации производственных процессов в угольной промышленности. ИГД им. А.А.Скочинского, М., I964.

II. ИГД им. А.А.Скочинского. ДонУГИ. Инструкция по увеличению крупнокускового угля и снижению выхода угольной мелочи на шахтах Донецкого бассейна. ИГД им. А.А.Скочинского. ДонУГИ, М., I963.

I2. Кузнецов Б.А., Ренгевич А.А., Шорин В.Г., Биличенко Н.Я., Пономаренко В.А., Бахурин К.И., Варшавский А.М., Кравчинский С.Ю. Транспорт на горных предприятиях. "Недра", М., I969.
I3. Лейтес З.М., Сысоева В.А. Область эффективного применения конвейерного транспорта в пределах выемочного участка. "Рудничный транспорт". Научные труды МГИ, выпуск 20. Углетехиздат, М., I958.
I4. Лейтес З.М., Сысоева В.А. Оптимизация технологических схем подземного транспорта на основе теории графов "Проблемы совершенствования технологических схем и средств рудничного транспорта". Изд-во "Наука", М., I967.
I5. Леонов В.А., Кузнецов В.М. Область эффективного применения локомотивного и конвейерного транспорта на откаточных выработках шахт. "Уголь Украины", № I2, I963.
I6. МУП СССР. Основные технико-экономические направления развития угольной промышленности СССР на I970-I975гг. I970.
I7. МУП СССР. Основные положения проектирования систем конвейерного транспорта от лав, оборудованных механизированными комплексами, I970.
I8. МУП УССР. Нормативы путевого развития, организации маневровых работ и механизации погрузочных пунктов. Донецк, I969.
I9. Пономаренко В.А. Резервы пропускной способности транспортных систем и аккумулирующей емкости. "Рудничный транспорт". Сб. ДонУГИ, № 42, "Недра", I968.
20. Пономаренко В.А., Осипенко И.П., Калижная Н.В. Эксплуатационная надежность транспортных систем "Рудничный транспорт". Сб. ДонУГИ, № 42, "Недра", I968.
2I. Пономаренко В.А., Калижная Н.В., Осипенко И.П. Параметры законов распределения коэффициентов неравномерности подземных грузопотоков. "Технология добычи угля подземным способом". ЦНИЭИУголь, № 6, I968.
22. Пономаренко В.А., Макарова Е.В. Определение затрат на содержание систем подземного транспорта угольных шахт Донбасса. Донецк, I967.
23. Прейскурант № 03-0I. "Оптовые цены на уголь, сланцы, продукты обогащения углей и брикеты", М., I967.

24. Процай Ф.И. Экономика пришла в забой. Изд-во "Донбасс", Донецк, 1968.
25. Центрогипрошахт. Нормы технологического проектирования угольных шахт, разрезов и обогатительных фабрик. Изд-во "Центрогипрошахт", М.,1965.
26. Центрогипрошахт. Сборник укрупненных показателей сметной стоимости приобретения и монтажа оборудования, материалов и металлоконструкций для строительства угольных шахт. Центрогипрошахт, 1961.
27. Центрогипрошахт. Стоимостные параметры для технико-экономических обоснований решений в проектах шахт Донецкого, Кузнецкого и Печорского угольных бассейнов. М., 1969.
28. ЦНИЭИУголь. Методика экономической оценки эффективности работы подземного транспорта. ЦНИЭИУголь, М., 1971.
29. Шахмейстер Л.Г., Митейко А.И. Выбор рациональных средств транспорта по магистральным выработкам угольных шахт с применением электронно-вычислительных машин. "Уголь", 1965, № 1.
30. Шахтный транспорт. Справочник."Недра", М., 1964.
31. Шорин В.Г. Исследования влияния режима работы на выбор параметров и схем подземного транспорта. "Транспорт горных предприятий", М., 1963.
32. Южгипрошахт. Унифицированные типовые сечения горных выработок с металлической прочной крепью из взаимозаменяемого шахтного профиля при откатке в вагонетках емкостью 1,0-4,0 м^3. Рабочие чертежи НДР-139-39. Дополнение НДР-139-39-1. Харьков, 1966-1967.
33. ДонУГИ. Методики и программы определения параметров неравномерности поступления грузов на транспортные установки непрерывного и периодического действия. Донецк, 1971.
34. ДонУГИ. Методика определения оптимальной производительности подбункерных конвейерных установок и величин аккумулирующих емкостей методом статистического моделирования. Донецк, 1971.
35. ДонУГИ. Методика определения требующейся производительности транспортных установок в системах с жесткими связями. Донецк, 1971.
36. МУП СССР. Академия наук СССР, ИГД им. А.А.Скочинского, ДонУГИ, ШахтНИУИ. О повышении выхода крупносредних сортов антрацитов. (Методические указания). М., 1971.

О Г Л А В Л Е Н И Е

	стр.
I. Постановка задачи по определению областей эффективного применения различных средств транспорта	3
II. Методика построения областей рационального применения средств транспорта по горизонтальным горным выработкам	9
III. Графики областей рационального применения средств транспорта	I7
IУ. Методика определения областей рационального применения средств транспорта с учетом дополнительных затрат	I8
У. Методика построения областей рационального применения средств транспорта по наклонным горным выработкам	25
УI. Определение элементов затрат при пользовании графиками областей рационального применения средств транспорта	27
УII. Примеры определения областей рационального применения средств подземного транспорта	4I
П р и л о ж е н и я	65
I. Унифицированные типовые сечения горных выработок при различных сочетаниях транспортных средств	66
2. Формулы для определения суточных расходов на транспортирование при различных средствах транспорта	82–83
3. Расчетные формулы для определения границы областей эффективного применения локомотивов различного сцепного веса	82–83
4. Расчетные формулы для определения границы областей эффективного применения средств транспорта (A, L) и приведенных суточных расходов (C)	82–83

стр.

5. Графики областей рационального применения средств подземного транспорта по горизонтальным выработкам угольных шахт 84–97
6. Капитальные затраты на проведение I пог. м горизонтальной выработки для Донецкого бассейна 98
7. Полные затраты на расширение и перекрепление горизонтальных выработок для Донецкого бассейна 100
8. Затраты на поддержание горных выработок 101
9. Расчет средней стоимости монтажно-демонтажных работ по укорачиванию или удлинению I пог.м конвейеров 104
10. Справочные данные ЦНИЭИУголь по возможному измельчению угля в процессе транспортирования . . 105
11. Параметры отказов потоков забойных и транспортных систем 106
12. Данные о возможной минутной приемной способности ленточных конвейеров 111
13. Формулы для определения среднеквадратических отклонений минутных коэффициентов неравномерности за машинное время работы забойного оборудования 112
14. Функция потерь 113
15. Справочные данные ЦНИЭИУголь об удельном весе условно-постоянных расходов по отдельным производственным процессам в себестоимости I т угля по шахтам Донбасса (в % к производственной себестоимости угля на шахте) 115
Литература 117

Ответственный за выпуск
канд.техн.наук Кравчинский С.Ю.

Редактор Довгалева М.А.

Подписано к печати I4.УI.I97Iг.
Формат 60х90 I/I6. Объем 7,75 печ.л.
Тираж I00 экз. Заказ 285.

Институт ДонУГИ. Донецк, Артема, II4

gost.e-ecolog.ru