

ГОРНОЕ ДЕЛО

Е. А. СИМОНЯН

ТИПЫ И ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЛЮКОВ ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ
ГОРНОРУДНЫХ РАЗРАБОТОК¹

В современной горнорудной промышленности важное значение имеет люковая погрузка, т. е. погрузка через так называемые горные люки.

В горнорудной практике горные люки (или кратко—люки) применяются при многих системах разработки, на месторождениях с различными горнотехническими условиями. Около 80% всей добываемой подземным способом руды погружается в рудничные вагонетки с помощью люков. Они применяются также при эксплуатации месторождений горнохимического сырья и в некоторой степени при добывании угля.

За последнее время в связи с внедрением высокоэффективных систем разработки стали применять крупные люки, отличающиеся весьма большой производительностью. Так, на одном из крупных железных рудников Швеции [1, стр. 189] используются люки с сечением выпускного отверстия $3,6 \text{ м}^2$ ($3,0 \times 1,2 \text{ м}$). Производительность таких люков достигает 1500—2000 *т* руды в смену.

Несмотря на то, что люки являются ответственными сооружениями, обоснованных рекомендаций по выбору их типов и основных параметров пока не имеется. С этим несомненно связан все еще значительный травматизм при люковой погрузке. Так, по собранным нами данным, на одном руднике в 1954 г.— 16,7% всех случаев производственного травматизма произошло при люковой погрузке; на другом руднике эта величина за тот же период составила 13% и т. д.

В практике в то же время накоплен большой и многообразный опыт по применению люковой погрузки в горных условиях. Обобщение этого опыта представляет несомненный и научный и производственный интерес. Все эти соображения обусловили выбор темы и общее направление проведенного автором исследования, основное содержание которого излагается ниже.

На крупной модели люка в подземных условиях нами были проведены эксперименты по изучению влияния угла наклона и материала

¹ Работа выполнена под руководством докт. техн. наук Л. И. Барона.

днища, а также выпускного отверстия на процесс истечения руды из люка; наряду с этим, выполнено 56 наблюдений на 50 погрузочных пунктах 18 шахт цветной и черной металлургии. Эксперименты проводились на руднике им. И. М. Губкина (комбинат КМАруда), а наблюдения на 9 меднорудных и золотых шахтах Свердловской области, на 8 железорудных шахтах Криворожского бассейна и на названном выше руднике им. И. М. Губкина.

§ 1. Типы люков и люковых затворов

А. Классификации люков

Способы расположения люков на откаточном горизонте могут быть следующие:

I. Сбоку откаточной выработки:

1. по одной стороне;
2. по двум сторонам:
 - а) друг против друга,
 - б) в шахматном порядке.

II. По оси откаточной выработки.

Сбоку выработки люки располагают гораздо чаще, чем по оси. В зависимости от расположения откаточной выработки, люки могут находиться в толще полезного ископаемого, в боковых породах или, наконец, у контакта полезного ископаемого с боковыми породами.

Осевое расположение люков в откаточной выработке принято, например, при погрузке руды из китайских люков, когда продвижение фронта очистных работ направлено вдоль откаточной выработки. Выбор того или иного способа расположения люков зависит от принятой системы разработки, в частности, от расположения рудоспусков.

Ниже приводится предлагаемая классификация люков. Важнейшим признаком классификации, принятой для деления всех типов на классы, является расположение днища люка—наклонное и горизонтальное, что определяет главнейшие конструктивные особенности люков. Люки с наклонным днищем (класс А) наиболее распространены. Они подразделяются на одноярусные и двухярусные. Характерным признаком для деления люков с наклонным днищем на 2 группы является количество погрузочных ярусов. В зависимости от наличия рам у люков или их отсутствия, одноярусные и двухярусные люки можно дополнительно подразделить на безрамные и рамные.

Люки с горизонтальными днищами (класс Б) также могут быть безрамными и рамными. Общая схема предлагаемой классификации конструкций люков следующая:

А. Люки с наклонным днищем:

- I. Одноярусные: 1. Безрамные, 2. Рамные.

II. Двухрусные: 1. Безрамные, 2. Рамные.

Б. Люки с горизонтальным днищем:

1. Безрамные, 2. Рамные.

Б. Классификация затворов

Весьма важным и ответственным элементом каждого люка является затвор. Люковым затвором (или просто затвором) называется стопорное устройство, служащее для открывания и закрывания люка и регулирования количества материала, выпускаемого из люка в единицу времени. От правильного выбора и нормальной работы затвора в значительной степени зависит эффективность и безопасность люковой погрузки.

Существующие затворы люков целесообразно подразделить на два класса: *А*—одинарные и *Б*—комбинированные. Целесообразность такого подразделения определяется различиями в: а) технике выпуска кусковых и сыпучих материалов, б) работе люковых и в) конструктивном выполнении элементов погрузочного устройства. Последующее деление класса *А* на группы должно исходить из различия конструкций одинарных люковых затворов, что полностью устраняет возможность произвольного отнесения отдельных типов затворов к разным группам—условие абсолютно необходимое для всякой рациональной научно-технической классификации [2, стр. 263].

Дальнейшее деление на подгруппы целесообразно провести по способу перекрывания затвором выпускного отверстия люка, т. е. в зависимости от направления движения затвора при остановке потока материала, поскольку операция прекращения погрузки имеет решающее значение для четкой и надежной работы люковых затворов. Принципиальная схема четырех существующих способов приведена на фиг. 1.

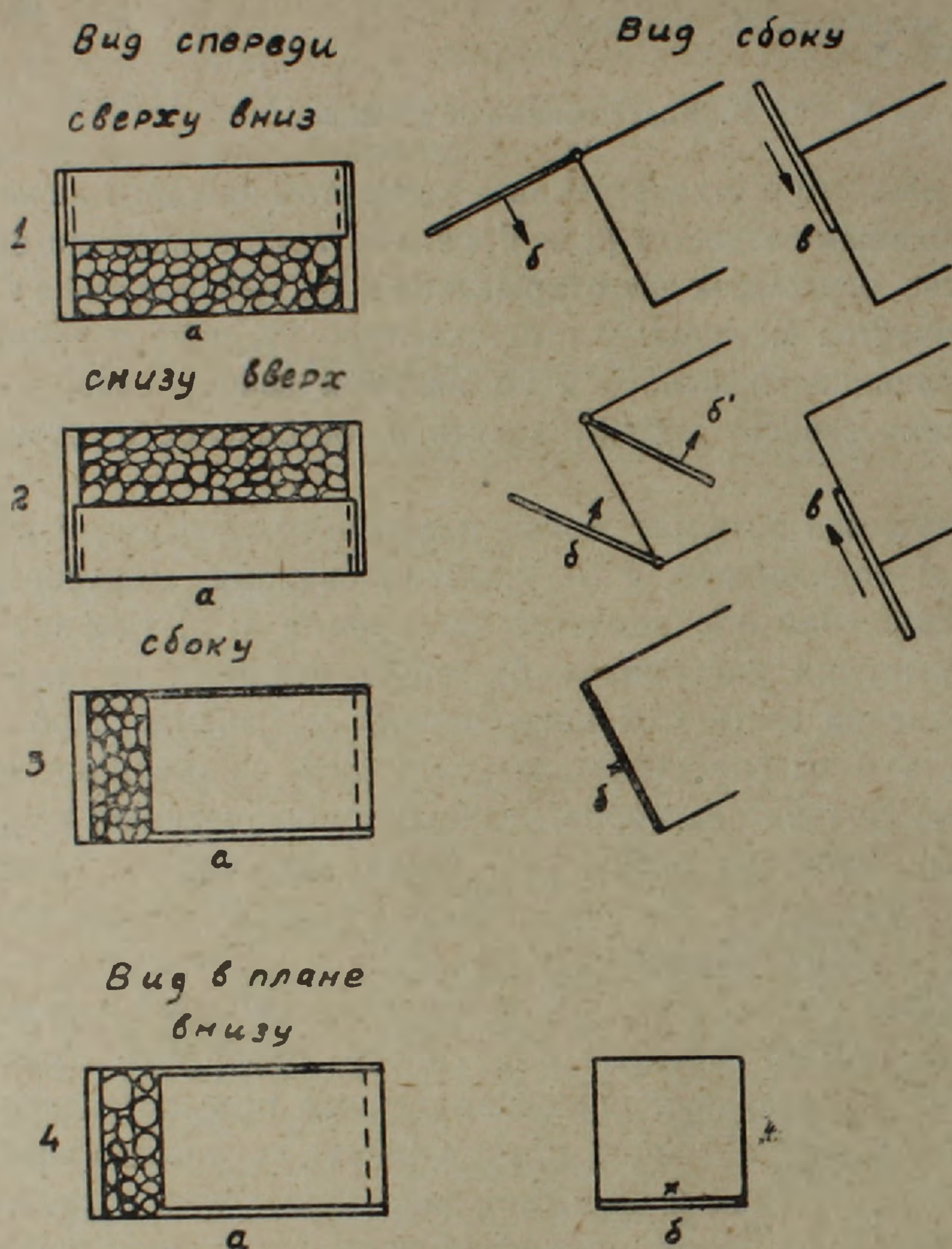
К первой подгруппе (затворы, перерезающие поток материала сверху вниз) относятся все существующие клапанные, пальцевые и цепные затворы, а частично, шиберные, стержневые и односекторные.

Во вторую подгруппу (затворы, перерезающие поток материала снизу вверх) входят все лотковые и часть шиберных и односекторных затворов.

Третья подгруппа (затворы, перерезающие поток материала в вертикальной или наклонной плоскости сбоку) включает в себе боковые деревянные задвижки и боковые стержневые затворы.

К четвертой подгруппе (затворы, перерезающие поток материала внизу, параллельно днищу люка) относятся задвижки китайских люков и другие шиберные затворы, предназначенные для нижнего подрезания материала, а также одна из разновидностей односекторных затворов, действующая по такому принципу.

Подразделение групп на подгруппы необходимо в тех случаях, когда возможны два или более способов работы затвора. Если же способ закрывания выпускного отверстия возможен только один,



Фиг. 1. Принципиальная схема способов перекрывания выпускного отверстия люка.

как это имеет место при клапанных, пальцевых, цепных и лотковых, то подразделять группы на подгруппы не требуется.

В классе Б. „Комбинированные затворы“ целесообразно выделить две группы: 1) состоящие из двух или более однородных стопорных элементов и 2) состоящие из разнородных стопорных элементов. В свою очередь, первая из указанных групп, в зависимости от способа перекрывания выпускного отверстия, может быть подразделена на подгруппы—с односторонним и со встречным движением стопоров.

Широко распространенными представителями затворов первой группы являются двухсекторные и многоступенчатые шиберные затворы. При этом двухсекторные затворы могут иметь как одностороннее, так и встречное движение стопоров.

Ввиду большого разнообразия комбинированных затворов, состоя-

щих из разнородных элементов, дальнейшее подразделение их не имеет смысла.

Общая схема предлагаемой классификации затворов люков приводится в табл. 1.

Таблица 1

Классификация затворов люков

А. Одинарные затворы:

- I. Шиберные с перерезанием потока материала:
 - а) сверху вниз (1, а, б, в)¹,
 - б) снизу вверх (2, а, в),
 - в) сбоку (3, а, б),
 - г) внизу (4, а, б);
- II. Клапанные (1, а, б.);
- III. Стержневые с перерезанием потока материала:
 - а) сверху вниз (1, а, в),
 - б) сбоку (3, а, б);
- IV. Пальцевые (1, а, б);
- V. Цепные (1, а, б);
- VI. Односекторные с перерезанием потока материала:
 - а) сверху вниз (1, а, б),
 - б) снизу вверх (2, а, б),
 - г) внизу (4, а, б);
- VII. Лотковые (2, а, б);

Б. Комбинированные затворы:

- I. Из однородных элементов:
 - а) с односторонним движением стопоров,
 - б) со встречным движением стопоров;
- II. Из разнородных элементов.

Область применения затворов в современных руководствах, как правило, увязывается лишь с гранулометрическим составом и производительностью люков. Этого, однако, недостаточно. Следует, наряду с гранулометрическим составом руды и производительностью люков, учитывать также следующие факторы: 1. Ценность руды, 2. Склонность ее к слеживанию, 3. Влажность руды и 4. Род применяемого привода затвора.

Не менее важен правильный выбор затвора с точки зрения безопасности работ. В табл. 2 приводятся рекомендации для выбора ти-

¹ В скобках указаны цифровые и буквенные обозначения способов перекрытия отверстий люков для каждой группы и подгруппы классификации (фиг. 1).

СВОДНАЯ
области целесообразного применения одинарных и

№ класса, группы затворов	Название класса, группы затворов	Направление движения затвора при закрывании и выпускного отверстия люка	Материал затвора	Род привода затвора
А I	Одинарные затворы: Шиберные	сверху вниз	дерево металл металл	ручной ручной механиче- ский
		снизу вверх	металл	механиче- ский
		сбоку вниз	дерево дерево металл	ручной ручной механиче- ский
II	Клапанные	сверху вниз	дерево металл	ручной ручной, механиче- ский
III	Стержневые	сверху вниз сбоку	металл металл	ручной ручной
IV	Пальцевые	сверху вниз	дерево металл	ручной механиче- ский
V	Цепные	сверху вниз	металл	механиче- ский
VI	Односекторные	сверху вниз	металл	ручной, механиче- ский
VII	Лотковые	снизу вверх	металл	механиче- ский
		вниз	металл	полуавтома- тический
		снизу вверх	металл	механиче- ский
Б I	Комбинированные затворы			
	Из однородных элементов:			
	Шиберные	сверху вниз	дерево	ручной
	Двухсекторные	с односторон- ним движе- нием стопоров (сверху вниз)	металл	ручной, комбиниро- ванный, механиче- ский
		со встречным движением стопоров (сверху вниз и снизу вверх)	металл	механиче- ский

¹ Применение люкового затвора в рассматриваемых условиях:

ТАБЛИЦА

некоторых комбинированных люковых затворов

Производитель- ность люка	Физико-механические свойства руды			Возможность использования при ценной руде	Возможность применения с точкой зрения бе- зопасности работ
	крупность (грану- лометрический состав) руды	слежи- ваемость руды	мокрая руда		
малая	мелкая	— — 1	—	—	—
малая	мелкая	— —	—	—	—
от средней до большой	мелкая	—	—	—	+
от средней до большой	от мелкой до средней	+	++	+	+
малая	мелкая	— —	—	—	—
малая	от мелкой до средней	— —	—	—	—
большая	от мелкой до средней	—	—	—	+
малая	мелкая	— —	— —	—	—
малая	мелкая	— —	— —	—	—
от средней до большой	мелкая	— —	— —	—	+
малая	крупная не содер- жащая мелочи	— —	—	—	—
малая	крупная не содер- жащая мелочи	— —	—	—	—
от средней до большой	крупная не содер- жащая мелочи	— —	—	—	+
большая	крупная не содер- жащая мелочи	— —	—	—	+
малая	мелкая	+	+	—	—
от средней до большой	мелкая	+	+	—	+
от средней до большой	от мелкой до средней	++	++	+	+
от малой до средней	мелкая	—	—	—	+
средняя	от мелкой до средней	— —	— —	+	+
от малой до средней	от мелкой до крупной	— —	—	—	—
средняя	от мелкой до средней	+	+	—	+
от средней до большой	от мелкой до средней	+	+	—	+
от средней до большой	от мелкой до средней	++	++	+	+

(—) нежелательно, (— —) особо нежелательно,
(+) благоприятно, (++) особо благоприятно.

пов затвора, исходящие из перечисленных выше основных параметров и разработанные нами на основании обобщения наших производственных наблюдений, а также опубликованных в отечественной и зарубежной литературе материалов об опыте эксплуатации люков.

§ 2. Основные параметры люков

Основными параметрами, влияющими на интенсивность и безопасность погрузочных работ, являются целесообразный угол наклона днища и величина выпускного отверстия люка.

Рассмотрим влияние каждого из указанных параметров на работу люка.

А. Угол наклона днища люка

Угол наклона днища люка— α следует принимать таким, чтобы погрузка руды в вагонетки происходила достаточно интенсивно и в то же время не представляла опасности для обслуживающего персонала. Между тем, в горнорудной промышленности для определения целесообразного угла наклона днища люка до настоящего времени нет общепринятых критериев. В связи с этим, нами была поставлена задача выявить основные закономерности, которые должны определить рациональный выбор углов наклона днищ люков.

Целесообразный угол наклона днища люка должен превышать [3, стр. 15)] угол трения (тангенс угла) на некоторую величину. Обозначим ее через Δ . Учитывая, что угол трения незначительно отличается от минимального угла наклона днища (при котором вся находящаяся на ней руда сползает по плоскости днища) люка, в общем виде можно записать:

$$\alpha = \alpha_{\min} + \Delta \quad (1)$$

Минимальный угол наклона днища люка $\alpha_{\min}$ зависит в основном от:

1. гранулометрического состава выпускаемой из люка руды,
2. содержания влаги в руде,
3. характера материала днища люка.

Для выявления истинных значений минимальных углов наклона кварцитовой руды и разной влажности по дереву, железу и бетону нами были проведены экспериментальные исследования.

Результаты экспериментов, полученные при исследованиях выпуска естественно влажной руды по дереву и железу были опубликованы в работе [4].

Правильное установление величины Δ имеет чрезвычайно важное значение, так как эта величина будет оказывать решающее влияние на производительность и безопасность люковой погрузки. Обобщение результатов, наблюдений за работой 50 люков на рудниках черной и цветной металлургии, проведенных нами на отечественных рудниках, показало, насколько существенное влияние оказывает угол наклона

днища на производительность люка. Об этом говорит табл. 3, в которой приведены данные средней продолжительности погрузки 1 м³ руды при различных углах наклона днища.

Таблица 3

Средняя продолжительность люковой погрузки 1 м³ руды при различном угле наклона днищ люков

Номера групп по порядку	Среднее значение угла наклона днища люка по группе, град.	Диапазон изменения угла наклона днища в группе		Время погрузки 1 м ³ руды, сек		
		максимальное значение	минимальное значение	среднее	максимальное значение	минимальное значение
I	26,0	29,0	23,0	292,5	360,0	225,0
II	33,5	35,0	32,0	178,0	327,0	28,5
III	38,0	40,0	36,0	119,7	522,0	5,8
IV	43,0	45,0	41,0	78,5	283,0	8,0
V	48,0	50,0	46,0	63,2	171,0	9,5

Как видно из таблицы, увеличение среднего угла наклона днища с 26 до 48° сокращало среднюю продолжительность люковой погрузки 1 м³ руды с 292,5 до 63,2 сек. Особенно большой прирост интенсивности имеет место при увеличении среднего угла наклона днища до 38° см. график, построенный по данным табл. 3 на фиг. 2— (левая часть графика значительно круче правой).

В то время, как производительность люка при значительном увеличении угла наклона днища перестает возрастать (график на фиг. 2 выполаживается), работа на люке становится все более и более опасной, так как куски вылетают из него со все большей скоростью.

Из изложенного можно сделать вывод, что рациональной величиной Δ можно считать такую, при которой значение угла наклона днища примерно соответствует точке перегиба графика производительности.

Чтобы установить эту величину нами были проведены экспериментальные работы на опытной установке [4], в процессе которых определялось время истечения из модели заданной порции естественно влажной руды при увеличении угла наклона днища сверх минимального последовательно на 5, 10 и 15°.

Графики зависимости времени истечения руды от угла наклона днища для отдельных классов крупности, построенные по результатам этих экспериментов, приводятся на фиг. 3 по деревянному днищу, на фиг. 4—по железному.

Графики убедительно показывают, что время истечения руды находится в тесной зависимости от угла наклона днища, причем, чем больше угол наклона, тем меньше время истечения. На этих графиках и на предыдущем (см. рис. 2), левые ветви значительно круче правых.

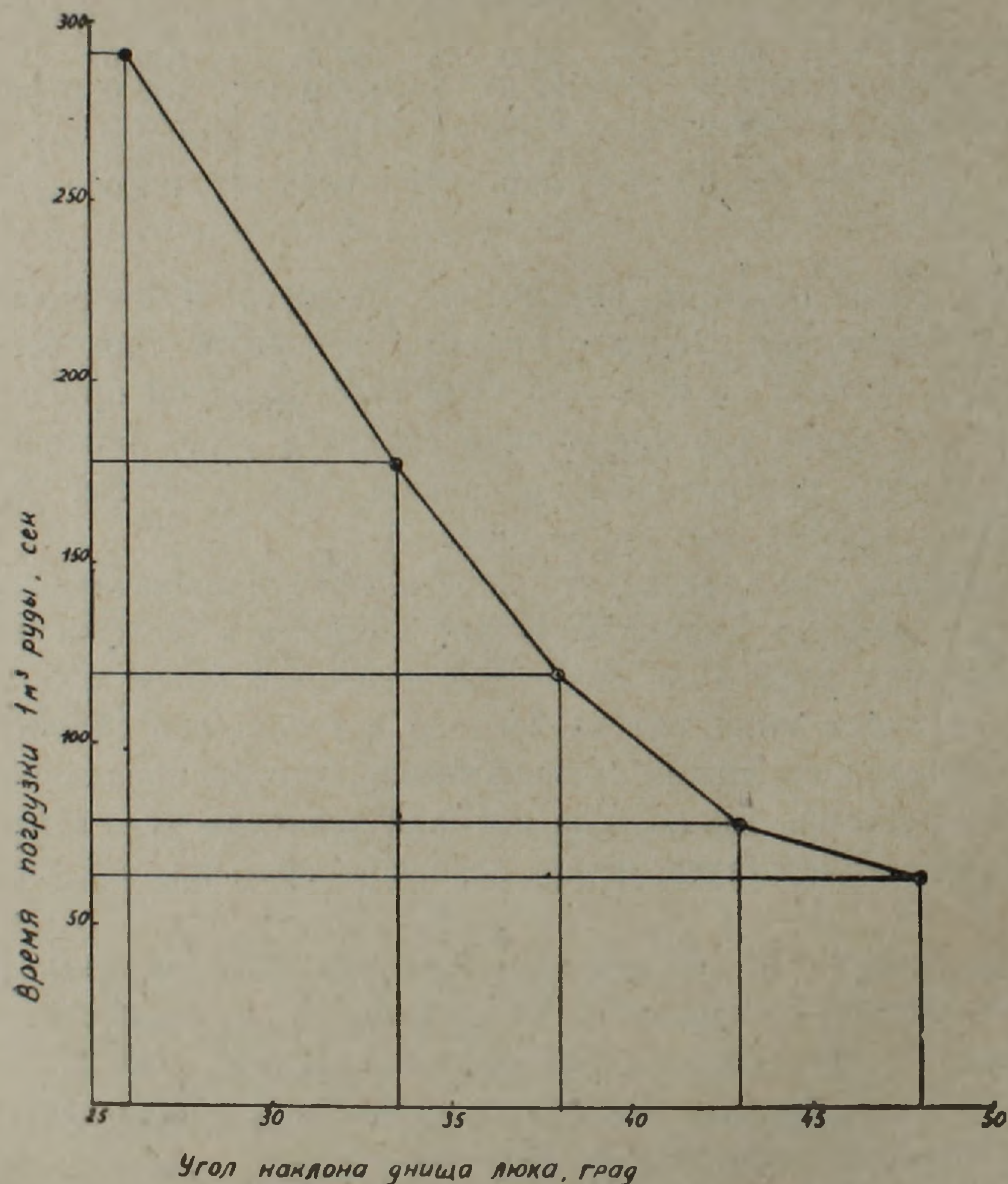
Для выявления точки перегиба наиболее характерны данные по „рудничной смеси“, отображающей реальные условия. Эти графики приведены на фиг. 5—по деревянному днищу, на фиг. 6—по железному.

Как видно из графиков, точки перелома приблизительно соответствуют:

при деревянном днище — $\alpha_{\min} + 5^\circ$, при железном днище — $\alpha_{\min} + 10^\circ$.

Следовательно, для деревянных днищ можно принимать $\Delta = 5^\circ$, а для железных $\Delta = 10^\circ$. Эти рекомендации подтверждаются также выводами из производственного опыта.

Следует однако сделать некоторые замечания относительно разных значений Δ для деревянных и железных днищ. Большая величина

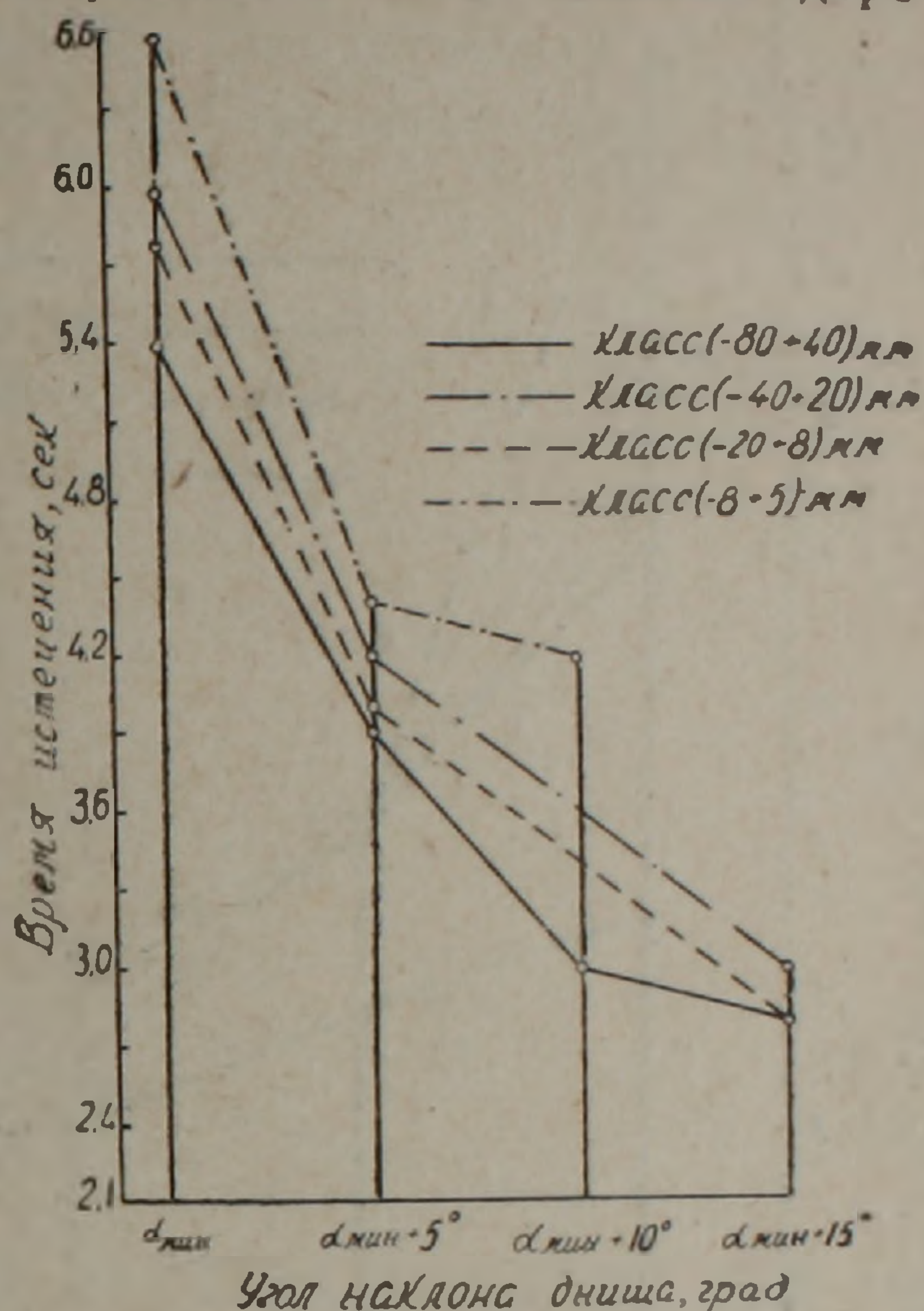


Фиг. 2. Зависимость времени погрузки 1 м³ руды от угла наклона днища люка.

на Δ для железных днищ объясняется тем, что в обычных производственных условиях нередко имеет место частичное налипание рудной мелочи на днище; кроме того, металл ржавеет (в особенности при перерывах в действии люка), что ведет к увеличению угла трения.

Обобщение наших наблюдений на рудниках показало, что в среднем для всех днищ при выпуске относительно мелкой руды угол на-

клона соответствовал $47,3^\circ$, а для железных— $41,7^\circ$. Разница, таким образом, была равна $47,3-41,7=5,6^\circ$. Характерно, что К. В. Алферов и Р. Л. Зенков [5, стр. 125] рекомендуют при прочих равных условиях, угол наклона стального лотка принимать на 5° меньше деревянного. Аналогичный конечный результат дает и использование предлагаемой методики, основанной на экспериментах. Для наиболее мелкого класса разность значений минимальных углов наклона (что соответствует разности углов трения) деревянных и железных днищ составляет 11° [4, стр. 73]. С учетом неодинаковых значений Δ для дерева и для железа разность целесообразных углов наклона будет на 5° меньше и составит, следовательно, $11-5=6^\circ$. С увеличением крупности кусков разность между значениями минимальных углов наклона для дерева и для железа уменьшается, а, следовательно, должна уменьшаться и разность между значениями соответствующих целесообразных углов наклона. Для наиболее крупных классов она становится равной нулю. Это хорошо согласуется с физической природой явления — при выпуске руды из люка крупные куски приобретают довольно значительную скорость, при которой разность сил трения о днища, изготовленные из разных материалов, становится относительно несущественной.



Фиг. 3. Значение времени истечения 1 порции однородной кварцовой руды при различных углах деревянного днища.

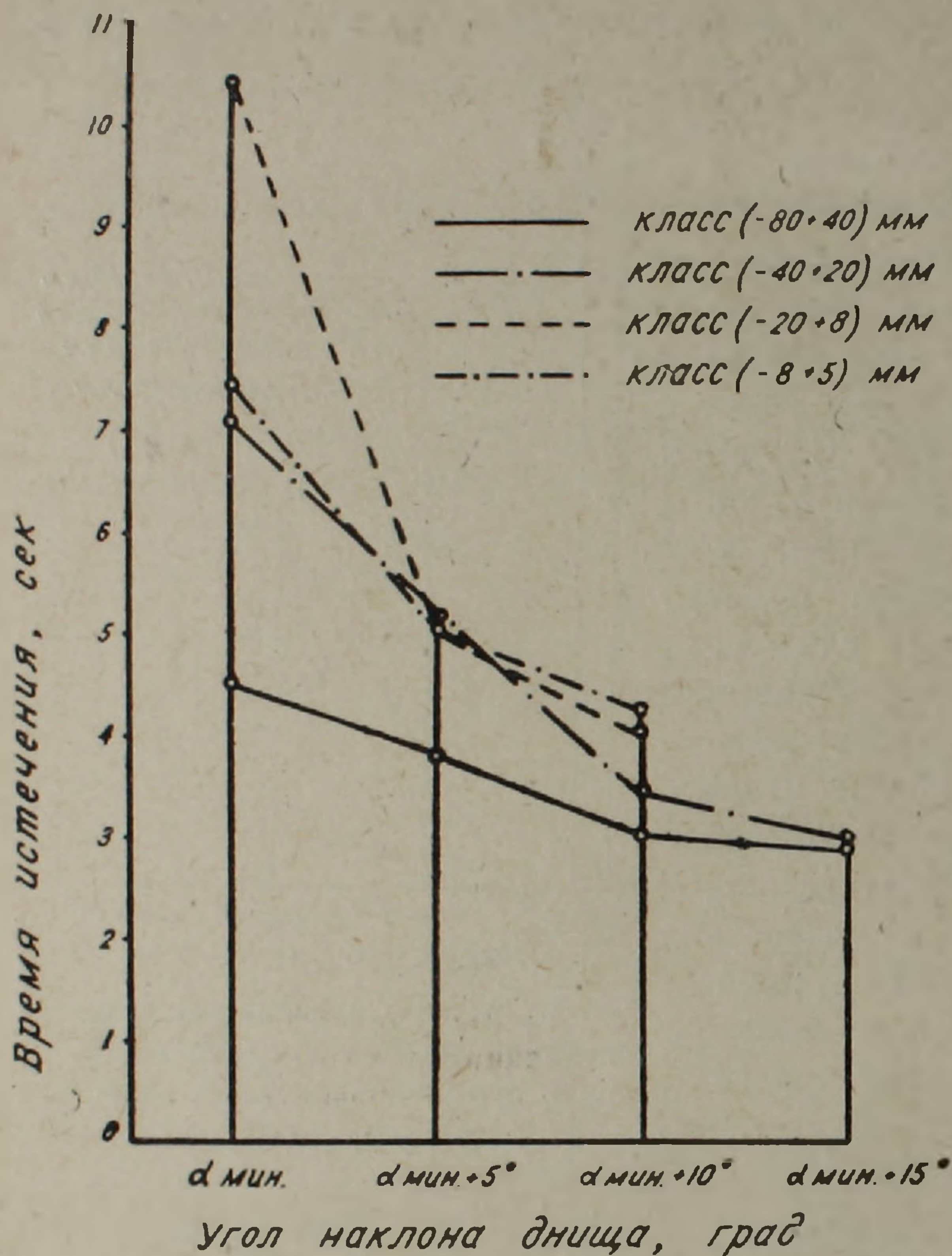
Б. Выпускное отверстие люка

Известно, что интенсивность погрузочных работ и безопасность труда существенно зависят от соотношения между величиной выпускного отверстия люка (от его ширины и высоты) и размерами кусков, выпускаемых через это отверстие.

Несмотря на это, до настоящего времени не имеется общепринятых рекомендаций по определению целесообразных размеров ширины выпускных отверстий. Рекомендации различных авторов колеблются в довольно значительных пределах. Что же касается высоты отверстия, то его исследование вообще не производилось.

Как правило, форма выпускных отверстий люков—прямоугольная, реже — квадратная. Ширина их меняется от 0,6—0,8 до 3 м, высота—от 0,3 до 1,8 м.

Для установления влияния ширины выпускного отверстия на истечение руды из люка нами была использована опытная установка Института горного дела АН СССР на руднике им. Губкина [4]. Сред-



Фиг 4. Значение времени истечения 1 порции однородной кварцитовой руды при различных углах днища футерованного железным листом.

ние размеры кусков при исследованиях составляли: длина—160 мм, ширина 120 мм, толщина 70 мм, диаметр—117 мм. Масштаб модели по отношению к натуре составлял приблизительно 1:2 (имея в виду широко распространенный в горной практике люк с выпускным отверстием шириной 800 мм и высотой 500—600 мм). Используемая при опытах руда соответствовала в натуре руде с кусками длиной от 320 до 340 мм, шириной от 160 до 320 мм и толщиной от 60 до 220 мм. Всего было произведено 17 выпусков, во время которых через люк было пропущено около 2900 кг руды. Явные (устойчивые) заклинивания образовались при 9 выпусках.

Соотношение ширины выпускного отверстия люка (400 мм) к средней длине кусков составляло 2,5; к средней ширине—3,3; к средней толщине—5,7 и к среднему диаметру—3,4. В заклиниваниях при опытах принимало участие 4—5 кусков.

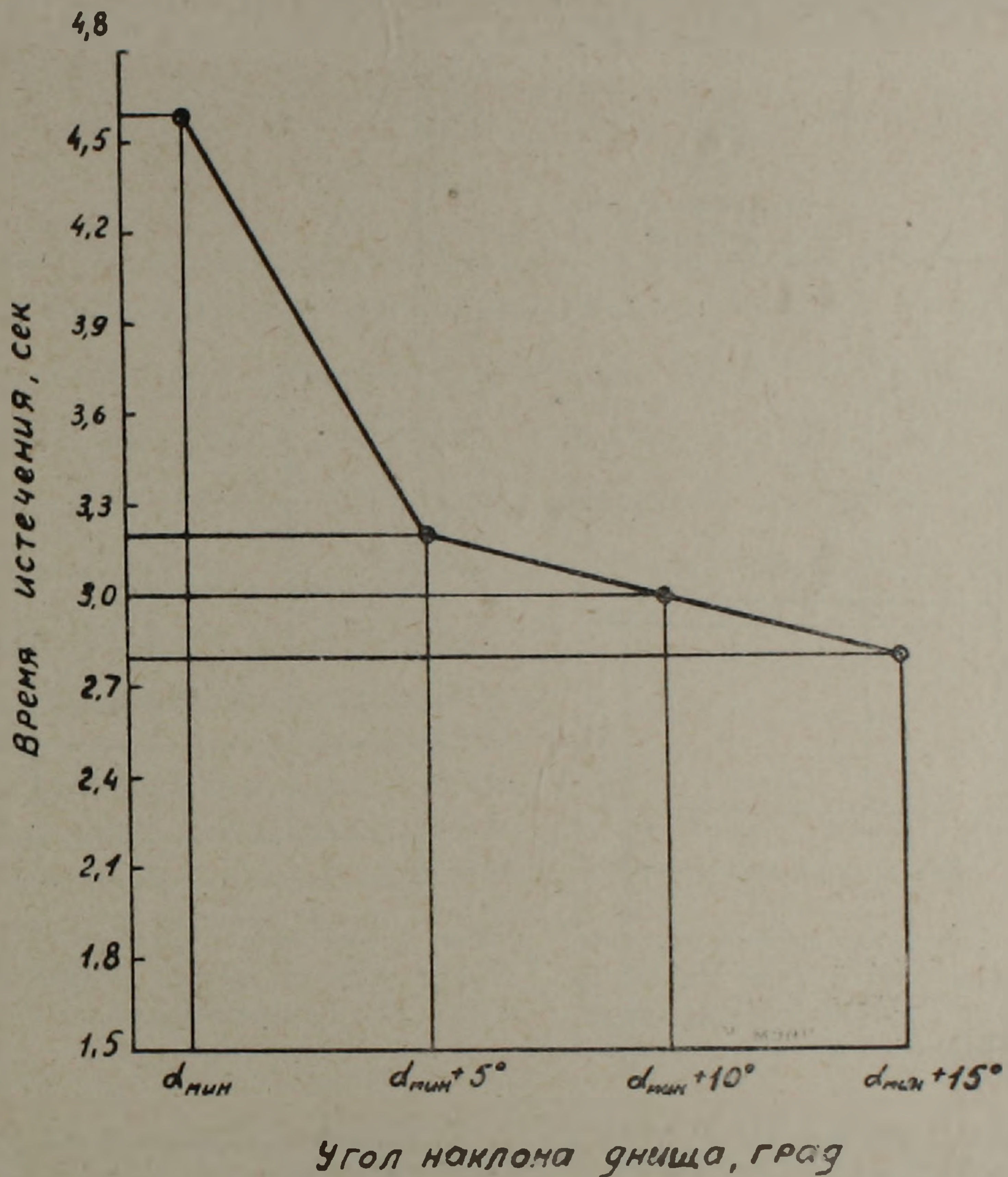
Проведенные эксперименты опровергают рекомендации некоторых авторов, предлагающих соотношение между минимальной шириной выпускного отверстия люка и размером кусков сортированной руды, измеренных по ширине и по диаметру принимать равным менее 3,3 и 3,4.

Проведенные нами эксперименты подтвердили результаты опытов, полученные М. И. Агошковым и М. Е. Мухиным [6, стр. 63]. На ос-

течение руды из люка нами была использована опытная установка Института горного дела АН СССР на руднике им. Губкина [4]. Сред-

новании этих опытов ими было установлено, что резкое увеличение количества застреваний начинается при соотношении линейного размера отверстия к среднему диаметру куска (для однородной по крупности руды) $< 3,5$.

Средний диаметр куска при моделировании у авторов предыдущих экспериментов соответствовал—117 мм. При наших опытах сред-



Фиг. 5. Величина времени истечения 1 порции кварцитовой «рудничной смеси» с изменением угла наклона деревянного дна.

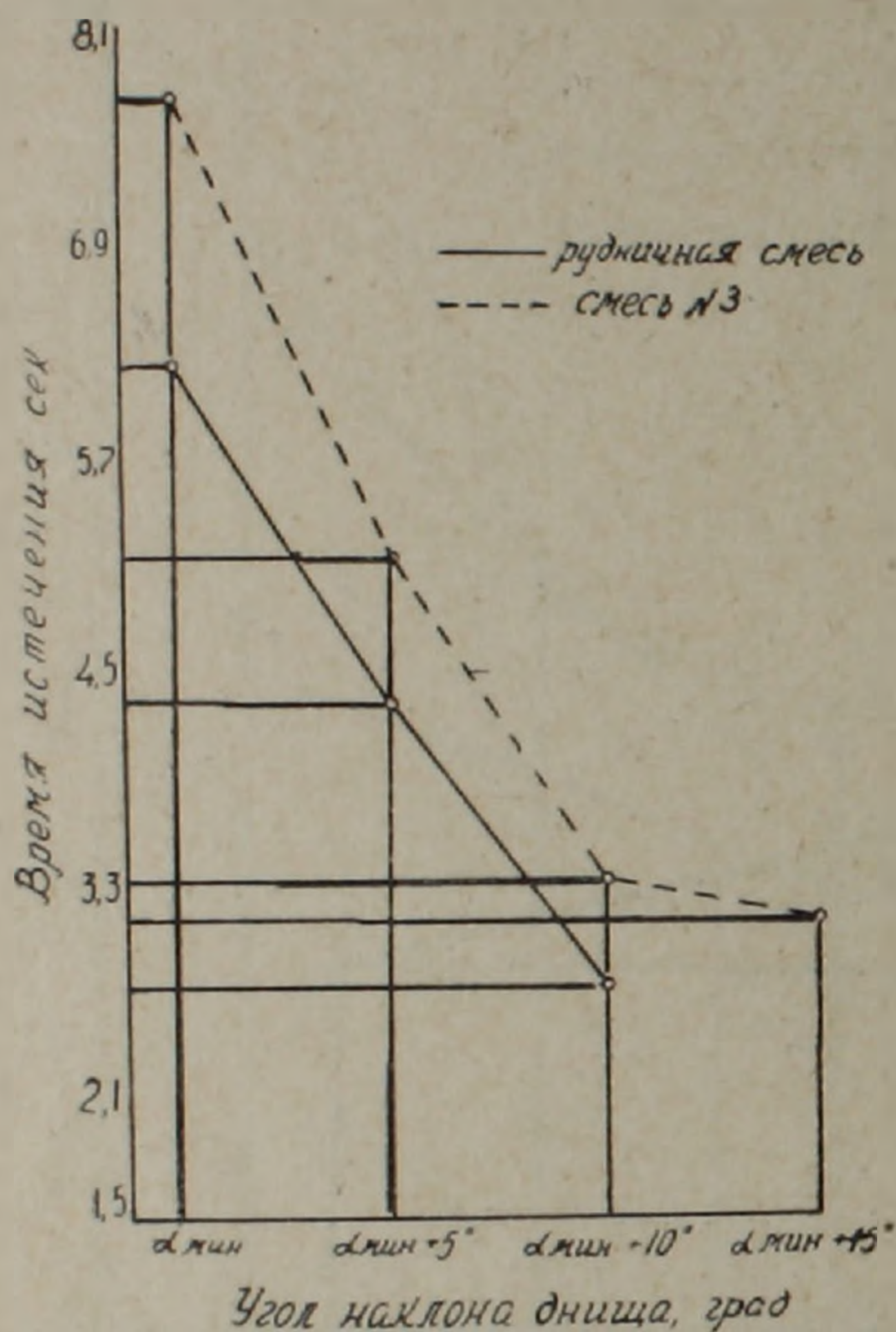
ний диаметр куска был таким же. Равными (по результатам обоих экспериментов) оказались и соотношения « (3,5), при которых происходили частые застревания кусков.

Таким образом, рекомендации М. И. Агошкова и М. Е. Мухина [6, стр. 72) могут быть использованы для определения минимального соотношения между шириной выпускного отверстия люка и размером (диаметром) куска материала. И в данном случае, для уменьшения числа заклинивания кусков и повышения интенсивности люковой по-

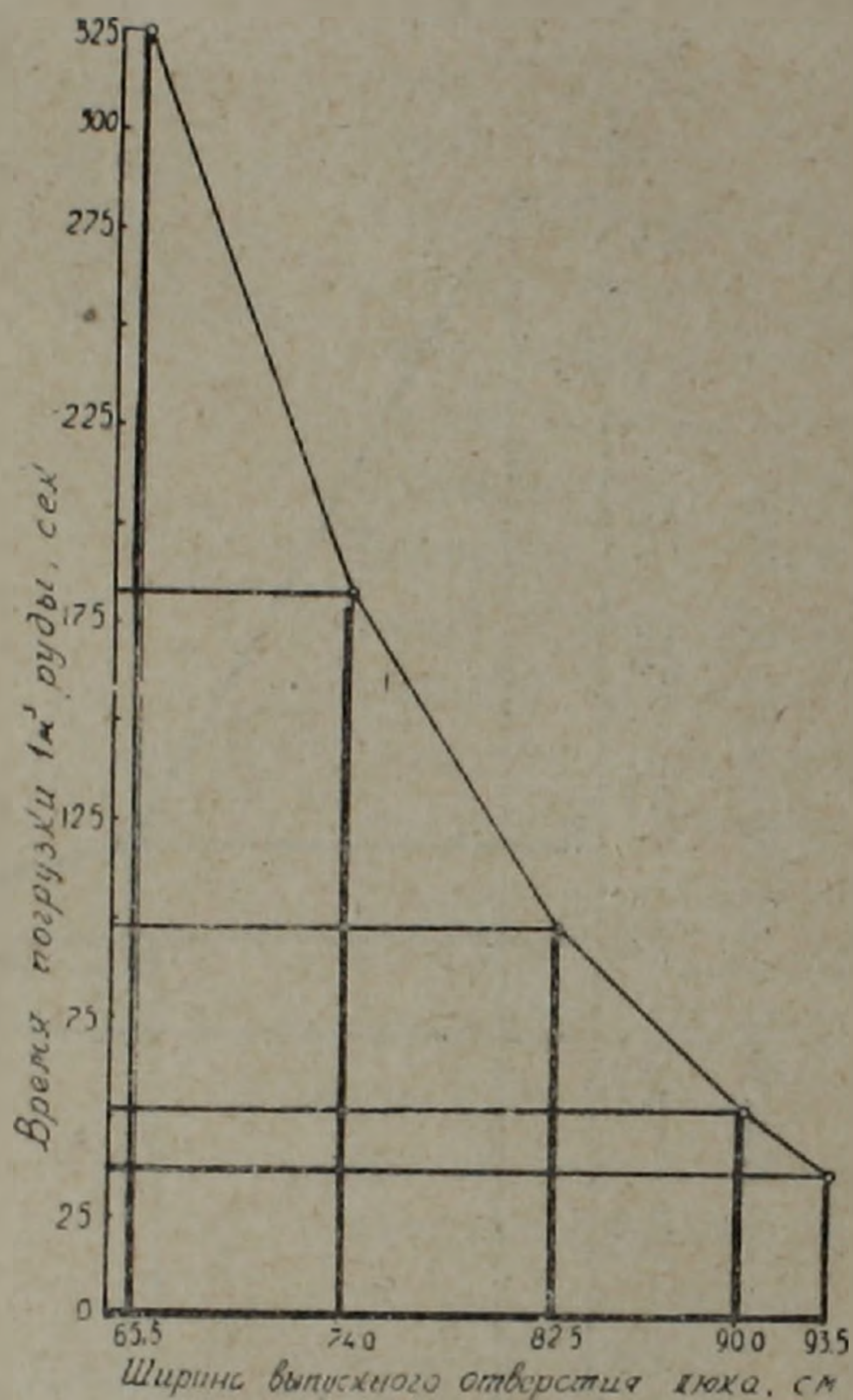
грузки это соотношение следует принимать равным не менее 4, а желательно доводить до 4,5—5.

Изложенные выше рассуждения и выводы о необходимом размере выпускного отверстия относились к его ширине.

Можно предположить, что высота выпускного отверстия (определяемая по нормали) оказывает на интенсивность люковой погрузки меньшее влияние.



Фиг. 6. Величина времени истечения 1 порции смесей руды различных классов с изменением угла днища, футерованного железным листом.



Фиг. 7. Зависимость времени погрузки 1 м³ руды от ширины выпускного отверстия люка.

Для проверки этого нами были обработаны собранные на рудниках материалы по действующим люкам. Все люки в зависимости от линейных размеров их выпускных отверстий были разбиты на 5 групп. Данные о среднем времени погрузки для каждой из групп по ширине и высоте выпускного отверстия приведены в табл. 4.

Графики, изображающие соответствующие зависимости, даны на фиг. 7 и 8. Сопоставление обеих зависимостей, выраженных в относительных величинах, приводится на фиг. 9. На оси абсцисс за 100% приняты (табл. 4) минимальные размеры ширины и высоты выпускных отверстий обследованных люков. Как видно из рисунка, на уменьшение относительного времени погрузки руды из люка наиболее сильно сказывается относительное увеличение ширины выпускного отверстия (график более крутой). Особенно это заметно в пределах наименьших значений рассматриваемых параметров выпускного отверстия люков.

Таблица 4

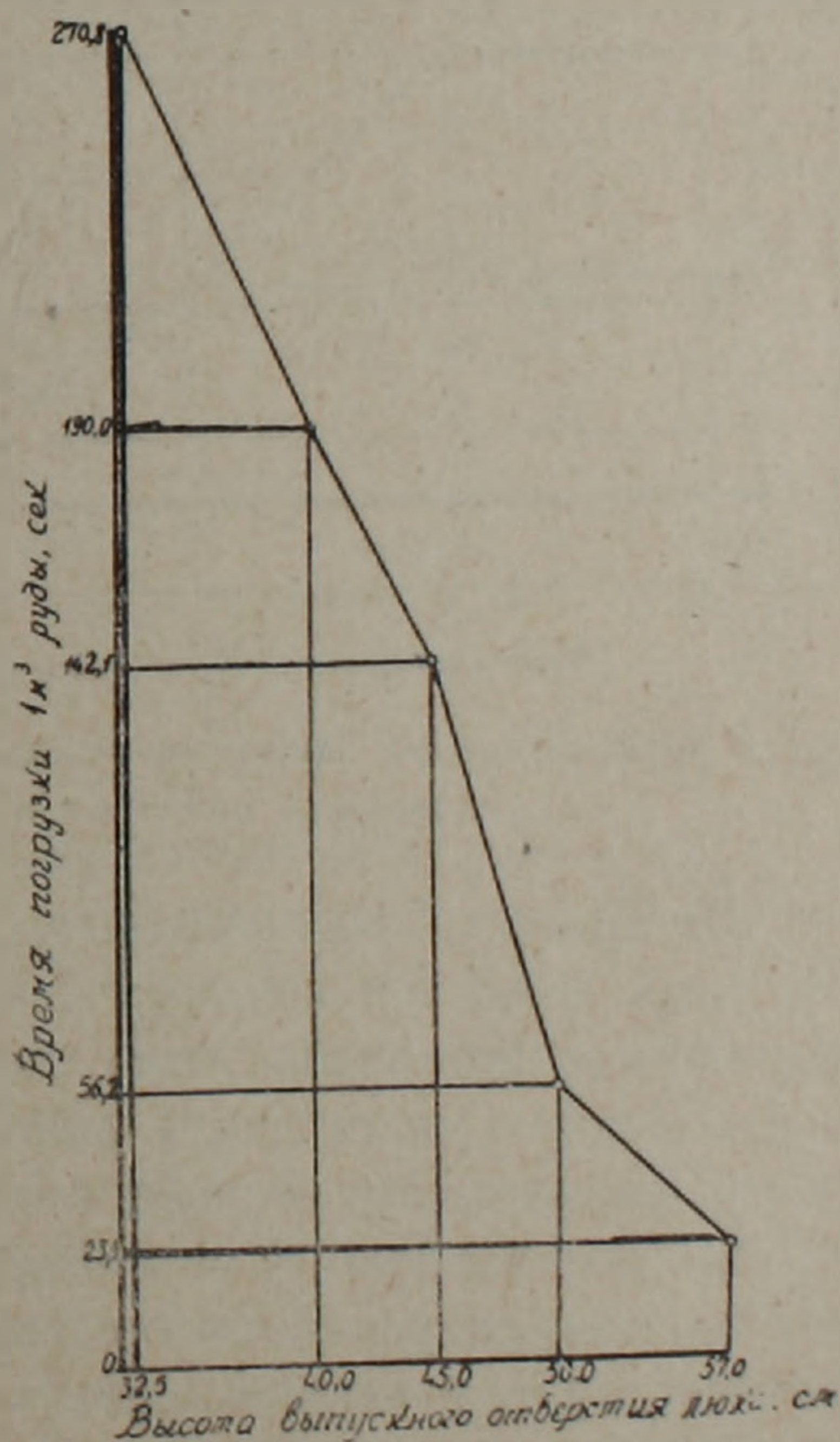
Среднее время погрузки 1 м³ в зависимости от линейных размеров выпускных отверстий люков

Номер группы	Средняя ширина выпускного отверстия люка, мм	Среднее время погрузки 1 м ³ руды, сек	Средняя высота выпускного отверстия люка, мм	Среднее время погрузки 1 м ³ руды, сек
I	935	35,5	570	23,1
II	900	51,8	500	56,2
III	825	97,4	450	142,1
IV	740	182,6	400	190,0
V	655	324,8	325	270,8

Материалы командировок позволили проанализировать существующие на обследованных рудниках значения соотношений высоты выпускного отверстия (H) к его ширине (B). Среднее значение $\frac{H}{B}$ по данным 55 наблюдений составило—0,58, причем в 28 случаях это соотношение составляло 0,60 и выше. Диапазон отношения $\frac{H}{B}$ был весьма широким (от 0,39 до 0,80). Любопытно, что примерно такое же соотношение $\frac{H}{B}$ (от 0,4 до 0,75) при-

нято на практике для высоты бортов и ширины спускных желобов [7, стр. 186]. Средне арифметическое значение этого соотношения желобов [0,575] совпадает с полученной нами средней величиной.

Следует отметить, что на современных крупных люках соотношение $\frac{H}{B}$ в ряде случаев стали принимать значительно выше приведенных средних величин. Так, на капитальных люках апатитового рудника им. С. М. Кирова соотношение $\frac{H}{B}$ принято равным—0,73, на люках рудника Керр-Аддисон—0,75, на капитальном люке шахты Андреевская Лениногорского комбината—0,87, на капитальных люках Алтын-Топканского рудника—0,9; на блоковых люках апатитового рудника им. С. М. Кирова—0,92, а на люках рудника Молибден это соотношение достигло 1.



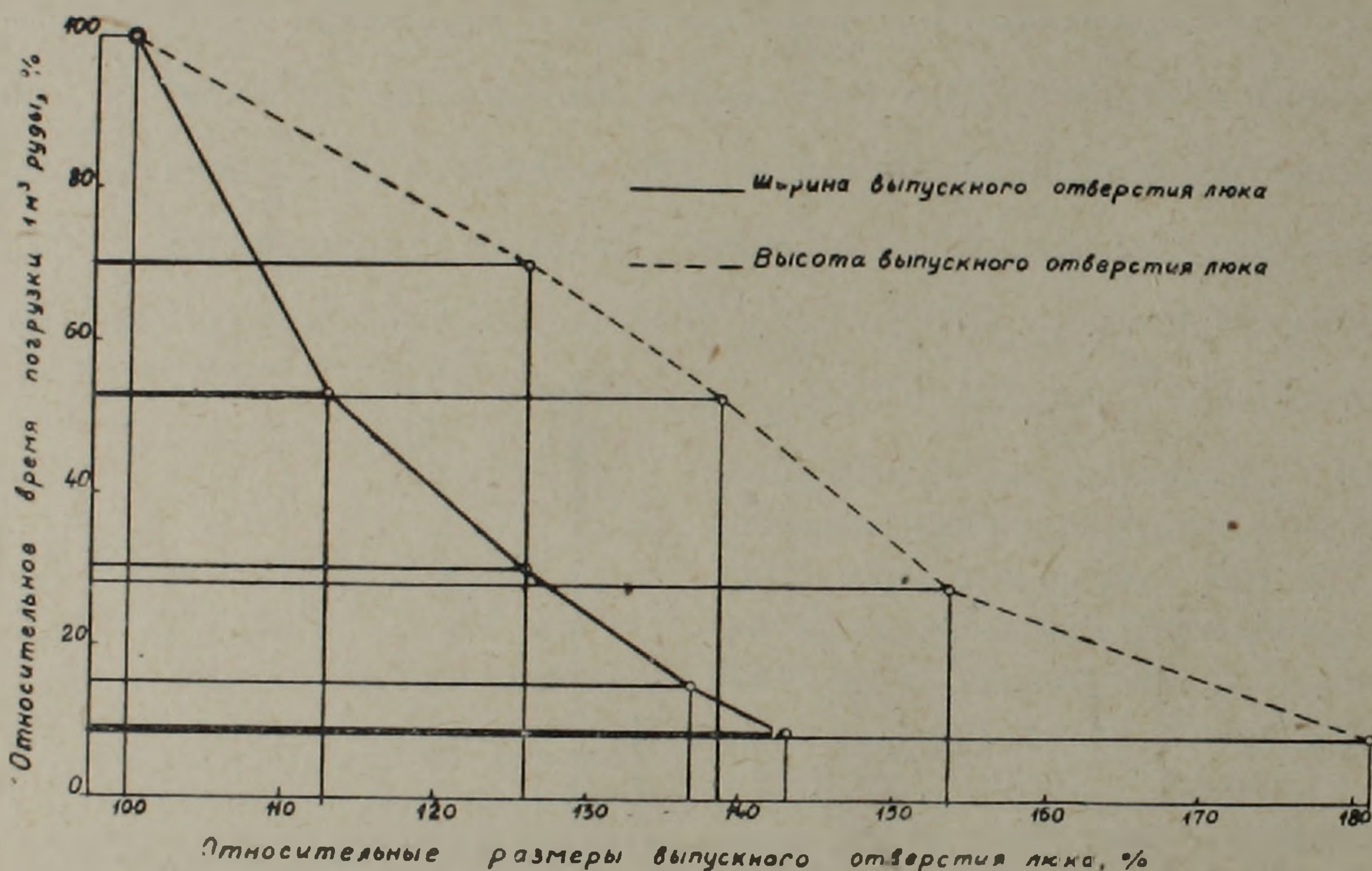
Фиг. 8. Зависимость времени погрузки 1 м³ руды от высоты выпускного отверстия люка.

Исходя из всего сказанного, считаем необходимым минимальную высоту (H) выпускного отверстия принимать равной $0,6$ от ширины выпускного отверстия люка ($0,6B$). Для улучшения условия истечения руды из люка высоту отверстия желательно доводить до $0,7—0,8B$, а при крупнукусковой руде,—до ширины выпускного отверстия люка— B .

§ 3. Пропускная способность и производительность люков

При исследовании вопросов люковой погрузки и определении целесообразных параметров люков следует различать две совершенно различные их характеристики:

- 1) Пропускная способность, 2) Производительность.



Фиг. 9. Относительное время погрузки 1 м^3 руды в зависимости от относительных линейных размеров выпускного отверстия люка.

Пропускной способностью люка условимся считать то количество руды заданной крупности, которое может пропустить в единицу времени его выпускное отверстие. Основными факторами, влияющими на пропускную способность люка являются:

- 1) размеры выпускного отверстия люка,
- 2) угол наклона и материал днища люка,
- 3) гранулометрический состав, объемный вес, влажность и способность руды к слеживанию.

Пропускную способность люков целесообразно выражать в $\text{м}^3/\text{мин}$ или в $\text{т}/\text{мин}$.

Производительностью люка будем считать количество руды заданной крупности, которое может быть погружено из люка в транспортные сосуды в единицу времени. В отличие от пропускной спо-

способности производительность люка будет зависеть от емкости транспортных сосудов, времени, необходимого на погрузку, длительности маневрирования состава у люка, продолжительности манипуляции с затвором, организации подземного транспорта. Выразить производительность люка целесообразно в $\text{м}^3/\text{смену}$ или в $\text{т}/\text{смену}$.

а. *Пропускная способность люка.* Для определения пропускной способности люка предлагается следующая формула:

$$R_{\text{л}} = 60 S \cdot i \cdot v \cdot k_{\eta} \cdot \gamma_{\text{р}}, \quad \text{т}/\text{мин} \quad (2)$$

где $R_{\text{л}}$ — пропускная способность люка, $\text{т}/\text{мин}$,

S — площадь выпускного отверстия люка, м^2 ,

i — коэффициент использования выпускного отверстия,

v — скорость потока материала, $\text{м}/\text{сек}$,

k_{η} — коэффициент полезного использования люка во времени с учетом простоев, связанных с ликвидацией сводов в рудоспуске, заклиниваний кусков и др. причин, препятствующих свободному истечению материала из люка;

$\gamma_{\text{р}}$ — объемный вес насыпной руды (по вагонетке), $\text{т}/\text{м}^3$.

Таблица 5

Значения скорости истечения 1 м^3 руды в зависимости от размеров выпускного отверстия люка

Номер группы	Величина выпускного отверстия люка, м^2			Среднее время погрузки 1 м^3 руды, сек	Средняя скорость истечения 1 м^3 руды, $\text{м}/\text{сек}$
	средняя	максимальная	минимальная		
I	0,520	0,540	0,500	24,7	0,130
II	0,45	0,460	0,390	63,1	0,060
III	0,305	0,30	0,280	149,5	0,037
IV	0,225	0,240	0,210	303,4	0,024

Рассмотрим каждую из величин, входящих в формулу (2).

1. Площадь выпускного отверстия [S] принимается исходя из данных, приведенных в настоящей работе выше.

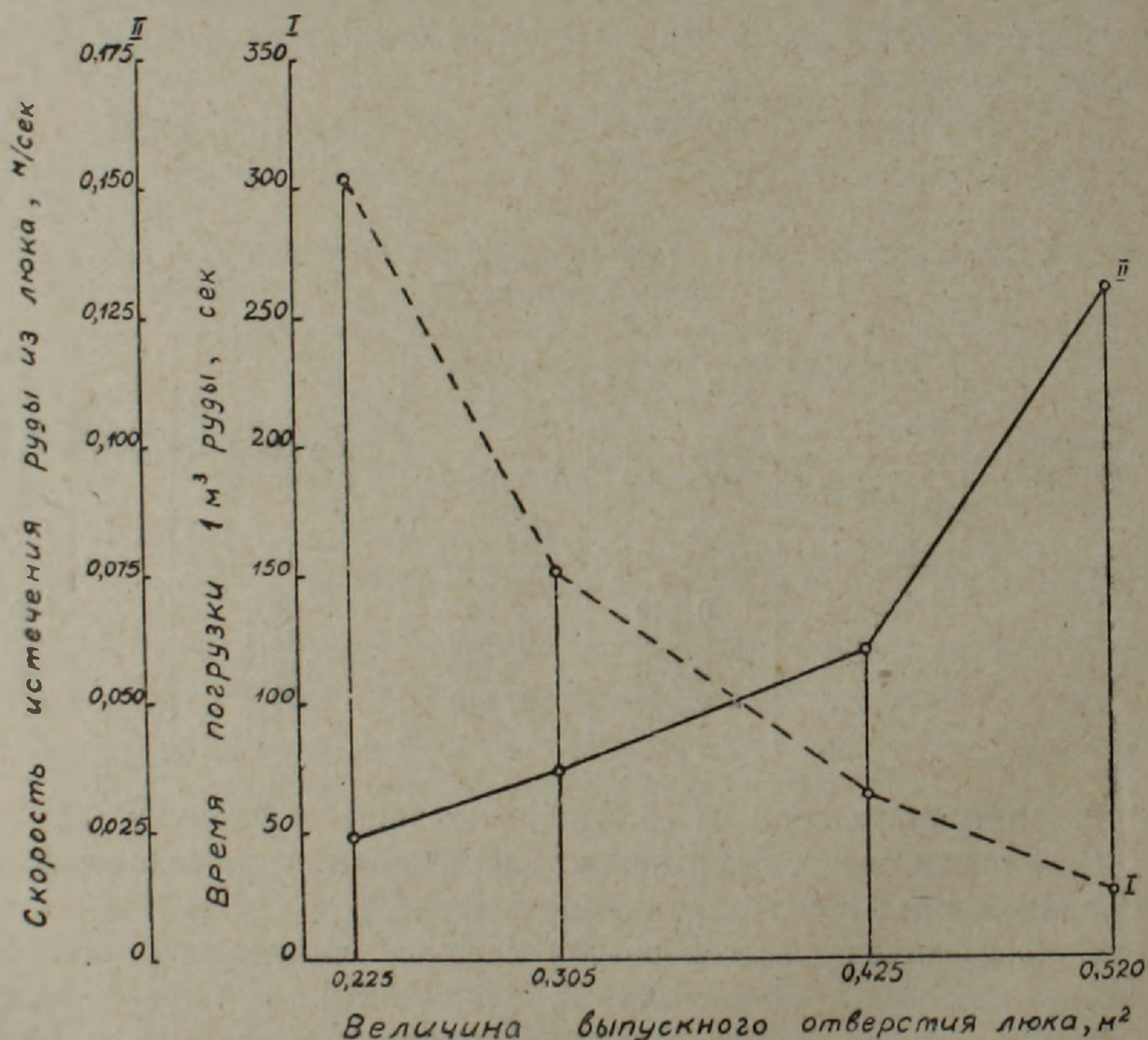
2. Коэффициент использования сечения выпускного отверстия (i) можно принимать равным 0,5—0,7 [8, стр. 30].

3. Скорость потока материала [v] может быть принята по данным наших наблюдений, проведенных на люках в Кривбассе, Свердловской области и на КМА. В табл. 5 приводятся значения скорости истечения 1 м^3 руды из люка в зависимости от величины его выпускного отверстия. При определении скорости истечения руды из люка коэффициент использования сечения выпускного отверстия был принят равным 0,6. При анализе примеры были разбиты по величине выпускных отверстий люков на 4 группы. Как видно из приведенной табли-

цы, с увеличением выпускного отверстия от 0,225 до 0,520 м² скорость истечения повышалась от 0,024 до 0,130 м/сек.

Графические зависимости скорости истечения руды из люка и времени погрузки 1 м³ руды от сечения выпускного отверстия люка (по данным тех же наблюдений) приведены на фиг. 10. В рассматриваемом диапазоне размеров выпускных отверстий люков уменьшение времени необходимого на погрузку 1 м³ руды особенно сказывается в интервале малых сечений (0,225—0,305 м²). С наибольшей линейной скоростью руда выпускается из люков с большими выпускными отверстиями. Таким образом, с увеличением скорости истечения руды из люков с большими выпускными отверстиями пропускная способность их значительно повышается.

4. Объемный вес насыпной руды (γ_p) принимается на основании специальных опытов или данных практики.



Фиг. 10. Значения времени погрузки 1 м³ руды и скорости ее истечения при различных размерах выпускного отверстия люка.

5. Коэффициент полезного использования люка во времени (k_n) приближенно можно принять по данным Г. Н. Попова [8, стр. 31] равным 0,75—0,80. При погрузке мелкой хорошо сыпучей руды, согласно нашим наблюдениям, можно принять равным 0,9.

6. Производительность люка. Производительность люка в практике колеблется в весьма значительных пределах, достигая в отдель-

ных случаях 5000 *t* в смену. На обследованных нами рудниках она составляла от 5 до 1700 *t/смену*.

Расчет производительности люка можно проводить по предлагаемой формуле.

$$Q_A = n_b \cdot v_b \cdot \gamma_p \frac{3600 \cdot T_{mp}}{1,25 [n_b (t_{погр} + t_{пер} + t_{зам} + t_p)]}, \text{ т/смену} \quad (3)$$

где Q_A — производительность люка, *т/смену*;

n_b — количество вагонеток в составе;

v_b — емкость одной вагонетки, *м³*;

γ_p — объемный вес руды в разрыхленном состоянии (в вагонетке), *т/м³*;

T_{mp} — число часов работы рудничного транспорта, час;

1,25 — коэффициент неравномерности работы транспорта [9, стр. 85];

$t_{погр}$ — время погрузки одной вагонетки, *сек*;

$t_{пер}$ — время перестановки одной вагонетки, *сек*;

$t_{зам}$ — время, необходимое на манипуляции с затвором, *сек*;

t_p — время рейса состава (без маневрирования у люка), *сек*.

Для обеспечения люковой погрузки сменной добычи блока, приходящейся на 1 люк — A_A , необходимо чтобы $Q_A \geq A_A$.

Тогда

$$A_A \leq n_b \cdot v_b \cdot \gamma_p \frac{3600 T_{mp}}{1,25 [n_b (t_{погр} + t_{пер} + t_{зам}) + t_p]} \quad (4)$$

Максимальное время, допустимое на погрузку одной вагонетки составит:

$$t_{погр} \leq \frac{3600 \cdot T_{mp} \cdot n_b \cdot v_b \cdot \gamma_p - 1,25 A_A [n_b (t_{пер} + t_{зам}) + t_p]}{1,25 A_A n_b} \quad (5)$$

Проанализируем величины, входящие в формулы (3—5).

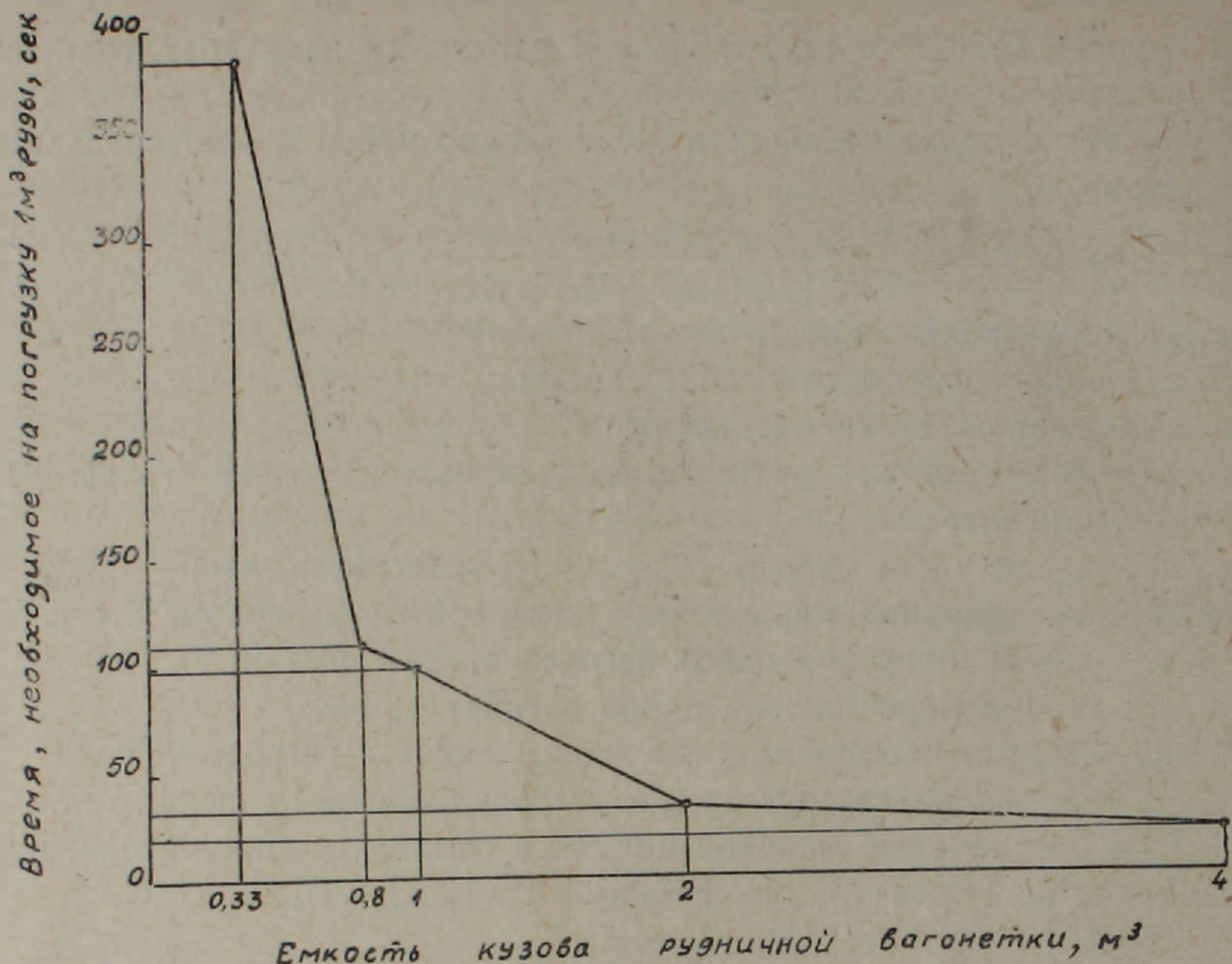
При этом рассмотрим лишь значения времени, необходимого для погрузки одной вагонетки — $t_{погр}$, маневрирования вагонетки — $t_{пер}$, манипуляции затвором — $t_{зам}$. Остальные же величины являются заданными.

1) Время погрузки одной вагонетки — $t_{погр}$

На фиг. 11 приводится график зависимости времени погрузки 1 *м³* руды в зависимости от емкости рудничной вагонетки (по обобщенным данным наших наблюдений на рудниках).

Как видно из этого графика, время погрузки 1 *м³* руды в вагонетки малой емкости в 5—12 раз больше, чем в большегрузные вагонетки.

Такое существенное различие во времени, необходимого для погрузки 1 *м³* руды, объясняется тем, что мелкие вагонетки применяются при погрузке руды из люков с малой пропускной способностью. Кроме того, указанные вагонетки при погрузке требуют, как правило, частого разравнивания в них руды. Поэтому целесообразен (с точки зрения люковой погрузки) переход на большегрузные вагонетки.



Фиг. 11. Изменение величины времени, необходимого на погрузку 1 м³ руды в зависимости от емкости кузова рудничной вагонетки.

2) *Время на перестановки одной вагонетки — $t_{пер}$*

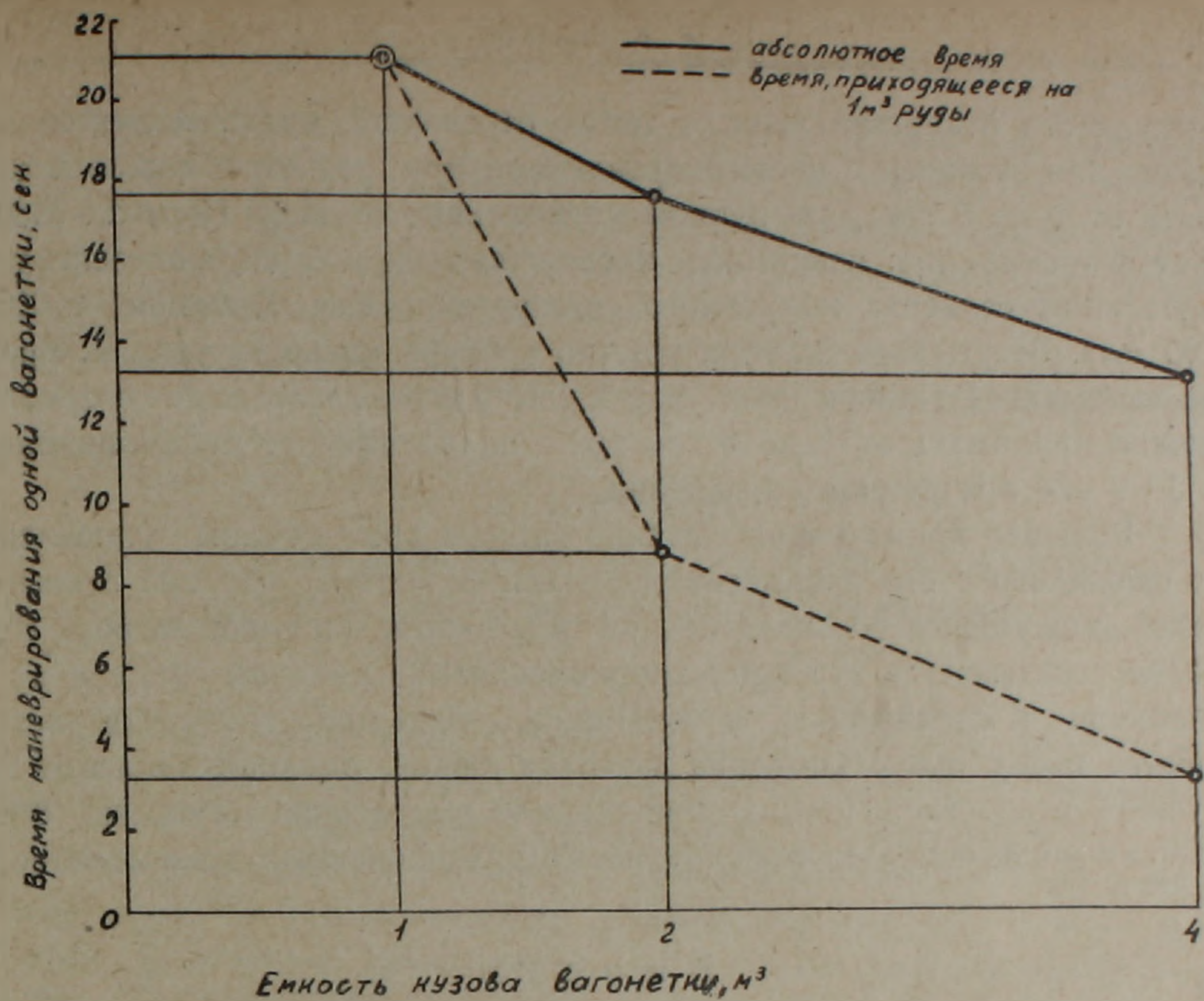
Затраты времени (по обобщенным данным наших наблюдений на рудниках) на маневрирование вагонеток у люка, и времени, приходящегося на 1 м³ руды в зависимости от емкости вагонеток изображают графики на фиг. 12. Полученные данные также подтверждают целесообразность использования вагонеток большой емкости. Достаточно сказать, что время маневрирования, приходящееся на 1 м³ руды для вагонеток емкостью 1 м³ в 6 раз больше, чем для 4-х кубовых вагонеток.

Значительно существеннее разница во времени маневрирования состава у люка, приходящееся на 1 м³ руды — см. график на фиг. 13. Это объясняется тем, что при увеличении числа вагонеток в составе затрудняется связь люкового с машинистом электровоза, а последнему гораздо труднее устанавливать вагонетку точно под люком.

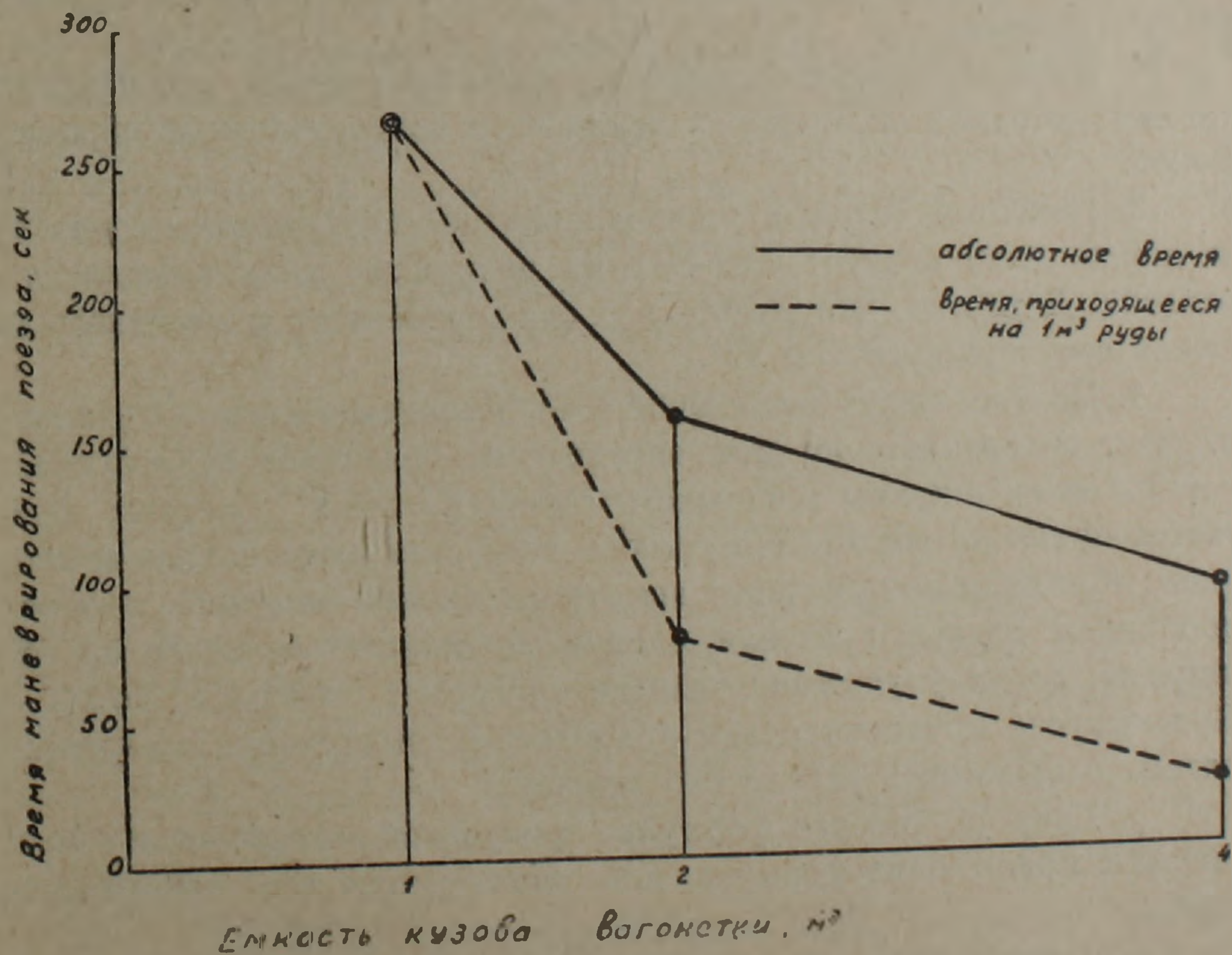
В соответствующих условиях (на капитальных люках или у люков, расположенных в прямолинейной выработке на небольших расстояниях друг от друга) для целей маневрирования состава желательно использование надвагонных толкателей [10].

3) *Время, необходимое на манипуляции с затвором — $t_{зат}$*

Наблюдения, проведенные на шахтах показали, что время на открывание и закрывание затвора колеблется от 2—4 сек до 4 мин. Зависит оно от рода привода, количества элементов затвора, величины



Фиг. 12. График времени маневрирования одной вагонетки при различной емкости кузова вагонетки.



Фиг. 13. Графическая зависимость времени маневрирования поезда у люка от емкости кузова рудничной вагонетки.

выпускного отверстия люка, а также от свойств руды. Время открывания для затворов с пневмоуправлением при расчетах можно принимать от 2 до 5 сек; при ручном управлении—от 5 до 10 сек. Меньшее значение—при некрупной, несслеживающейся руде и относительно небольших размерах выпускного отверстия люка (ширина до 600—700 мм). Закрывание затвора обычно требует меньших усилий. Время на закрывание затвора при хорошосыпучих материалах в среднем можно принимать от 2 до 3 сек при управлении от пневмоцилиндра и 3—7 сек при ручном управлении.

Большее время на открывание затвора при ручном управлении по сравнению с его закрыванием объясняется тем, что при закрытом люке движущаяся со значительной силой руда зажимает затвор. Наиболее сказывается это при крупнокусковой крепкой руде и руде, склонной к слеживанию и налипанию. Большие трудности встречаются также при открывании затворов люков, имеющих большое выпускное отверстие. Поэтому при ширине выпускного отверстия 800—900 мм целесообразен переход на механизированный привод затвора.

В ы в о д ы

1. На основе обобщения производственного опыта и результатов специальных наблюдений на рудниках даны классификации люков и люковых затворов и конкретные рекомендации по выбору их для различных условий.

2. На основе экспериментов в производственных условиях предложена методика определения важнейших конструктивных параметров люков.

3. Показано, что при установлении целесообразных углов наклона днища люка следует исходить из величины минимальных углов наклона. Доказано, что значения Δ для деревянного и железного днищ люков соответствуют 5 и 10°.

4. Подтверждена возможность использования значений отношения ω , рекомендованного [6] для определения размеров рудоспуска, при установлении ширины выпускного отверстия люка. Впервые предлагается принятие высоты выпускного отверстия люка исходя из его ширины. Минимальное значение высоты отверстия, полученное на основе обобщения данных практики, следует принимать не менее 0,6 от его ширины, а для улучшения условий погрузки доводить до 0,7—0,8. При выпуске крупнокусковой руды высоту выпускного отверстия желательно принимать равной его ширине.

5. Дана уточненная формула пропускной способности люка и впервые предложена формула для определения его производительности.

6. Проведенные эксперименты и научные исследования в производственных условиях позволили установить зависимости выпуска 1 м³ руды и скорости ее истечения из люка от угла наклона днища и

величины выпускного отверстия, а также от емкости кузова рудничной вагонетки. На основе наблюдений, проведенных на шахтах Свердловской области, Кривого Рога и КМА, даны значения величин, входящих в расчетные формулы, что позволяет использовать предлагаемые расчетные методы при проектировании.

Институт горного дела АН СССР

Институт геологических наук АН

Армянской ССР

Поступила 20.XI.1956

Ե. Ա. ՍԻՄՈՆՅԱՆ

ԸՆԴԵՐԿՐՅԱ ԼՆՈՆԱՀԱՆՔԱՅԻՆ ՀԱՆՈՒՅԹԻ ՀԱՄԱՐ ՕԳՏԱԴՈՐԾՎՈՂ ԼՅՈՒԿԵՐԻ ՏԻՊԵՐԸ ԵՎ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Լեռնային արդյունաբերության մեջ լյուկը ունի շատ կարևոր նշանակություն. ընդերկրյա պայմաններում արդյունահանված հանքաքարի 80%₀ բեռնվում է վազոնիկների վրա լյուկերի օգնությամբ:

Ուսումնասիրելով սովետական և արտասահմանյան լեռնային արդյունաբերության մեջ օգտագործվող լյուկերի աշխատանքի փորձը, բացի դրանից կատարելով էքսպերիմենտալ հետազոտություններ լյուկի խոշոր մոդելի վրա և դիտումներ գունավոր և սև մետալուրգիայի 18 հանքահորերում, 56 լյուկերի աշխատանքի վերաբերյալ, հեղինակը հանգել է մի շարք կարևոր եզրակացությունների և տվել է առաջարկություններ լյուկերի նախագծման համար:

Հոգվածում շարադրվում և հիմնավորվում է լյուկերի և իրենց փականակների դասակարգումը և որոշվում է նրանց ուղղորդված օգտագործման ասպարեզը: Ցույց է տրված, որ լյուկի հատակի նորմալ շեղման անկյունը և բաց թողման անցքի չափերը կախված են մատերիալի բնույթից: Բերվում են բանաձևեր, որոնց հիման վրա որոշվում են լյուկի բաց թողման ունակությունը և արտադրողականությունը: Լյուկի արտադրողականության բանաձևը տրվում է առաջին անգամ հեղինակի կողմից:

ЛИТЕРАТУРА

1. Borje Hjortzoberg-Nordlund. Underground Mining Trends in the Great Swedish Export Iron Ore Mines. Mining Engineering, № 2, 1952, p. 187—192.
2. Барон Л. И. Применение глубоких скважин для подземной добычи руды. Металлургиздат, М., 1951.
3. Барон Л. И. Вторичное дробление и выпуск руды. Металлургиздат, М., 1950.
4. Барон Л. И. и Симонян Е. А. Экспериментальное исследование углов трения отбитой руды разной крупности по дереву и по железу. Известия АН Армянской ССР, 1955, том VIII, № 3, стр. 67—79.
5. Алферов К. В., Зенков Р. Л. Бункерные установки. Машгиз, М., 1955.
6. Агошков М. И., Мухин М. Е. Исследование выпуска руды на горизонте грохочения и конструктивные элементы камер грохочения. Труды ИГД АН СССР т. III, 1956, стр. 55—73.
7. Зенков Р. Л. Механика насыпных грузов. Машгиз, 1952.
8. Попов Г. Н. Капитальные спуски для руды и породы. ЦНТБ МЦМ СССР, М., 1946.
9. Правила технической эксплуатации угольных шахт. Углетехиздат, М., 1946.
10. Симонян Е. А. Надвагонный хоботный толкатель, ЦИТИ МУП СССР, 1956.