

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ОСНОВНЫХ СХЕМ ПОГРУЗОЧНО-СКЛАДСКИХ УСТРОЙСТВ ШАХТ КУЗБАССА

А. Т. МАРТЫНЕНКО

Погрузочно-складские устройства шахт Кузбасса в основном укладываются в следующие две принципиальные схемы:

I. Открытая бункеризация, представляющая собой единый комплекс (бункер-склад), практически осуществляемая по двум основным типам: 1) конусные полубункерно-скреперные установки (фиг. 1, 2) и 2) эстакадные полубункерные установки (фиг. 3, 4, 5, 6).

II. Бункеры и склады: 1) самостоятельно функционирующие (фиг. 7) и 2) имеющие транспортную связь по выдаче угля из склада в бункеры (фиг. 8).

Если в первой схеме отгрузка угля в ж.-д. вагоны производится исключительно конвейерным транспортом, через погрузочные воронки, то во второй схеме основная масса угля отгружается из ж.-д. погрузочных бункеров. Наполнение бункеров углем к моменту подачи маршрутов производится за счет текущей добычи шахт и в зависимости от взаимосвязи, даже за счет угля, находящегося на складе.

Для проведения технико-экономического анализа рассмотрим нижеследующие наиболее распространенные в Кузбассе типы вышеуказанных основных схем оборудования погрузочно-складских устройств.

1 тип — конусные полубункерно-скреперные установки (фиг. 1, 2).

Данный тип установок представляется двумя вариантами. Первый вариант (фиг. 1) предусматривает пропуск всей добычи шахты через конусные полубункеры скреперного склада. Второй вариант (фиг. 2) имеет возможность из текущей добычи шахты часть угля отгружать в ж.-д. вагоны через погрузочные воронки, минуя склад.

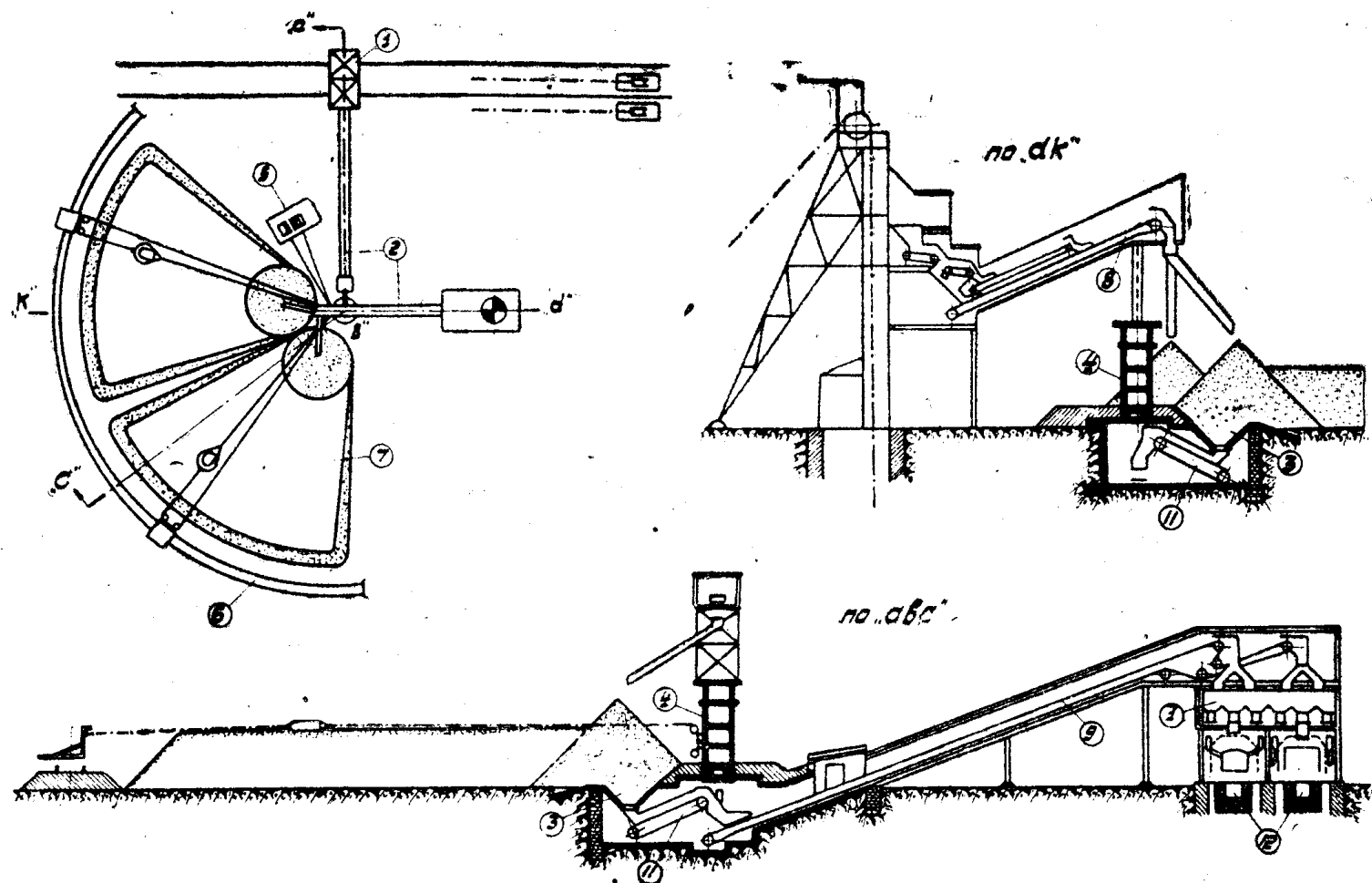
Целесообразность применения того или иного варианта может быть установлена капитальными затратами на оборудование и технологическими требованиями в отношении качества угля.

Как показали технико-экономические подсчеты, второй вариант сложнее и несколько дороже, зато часть угля порядка 30% минует излишнюю перевалочную операцию. В случае выдачи шахтой нескольких марок углей возможно несовпадение марок, идущих из текущей добычи и отгружаемых в маршруты со склада. Поэтому указанный процент угля, неподвергнувшегося излишней перевалочной операции, может уменьшиться.

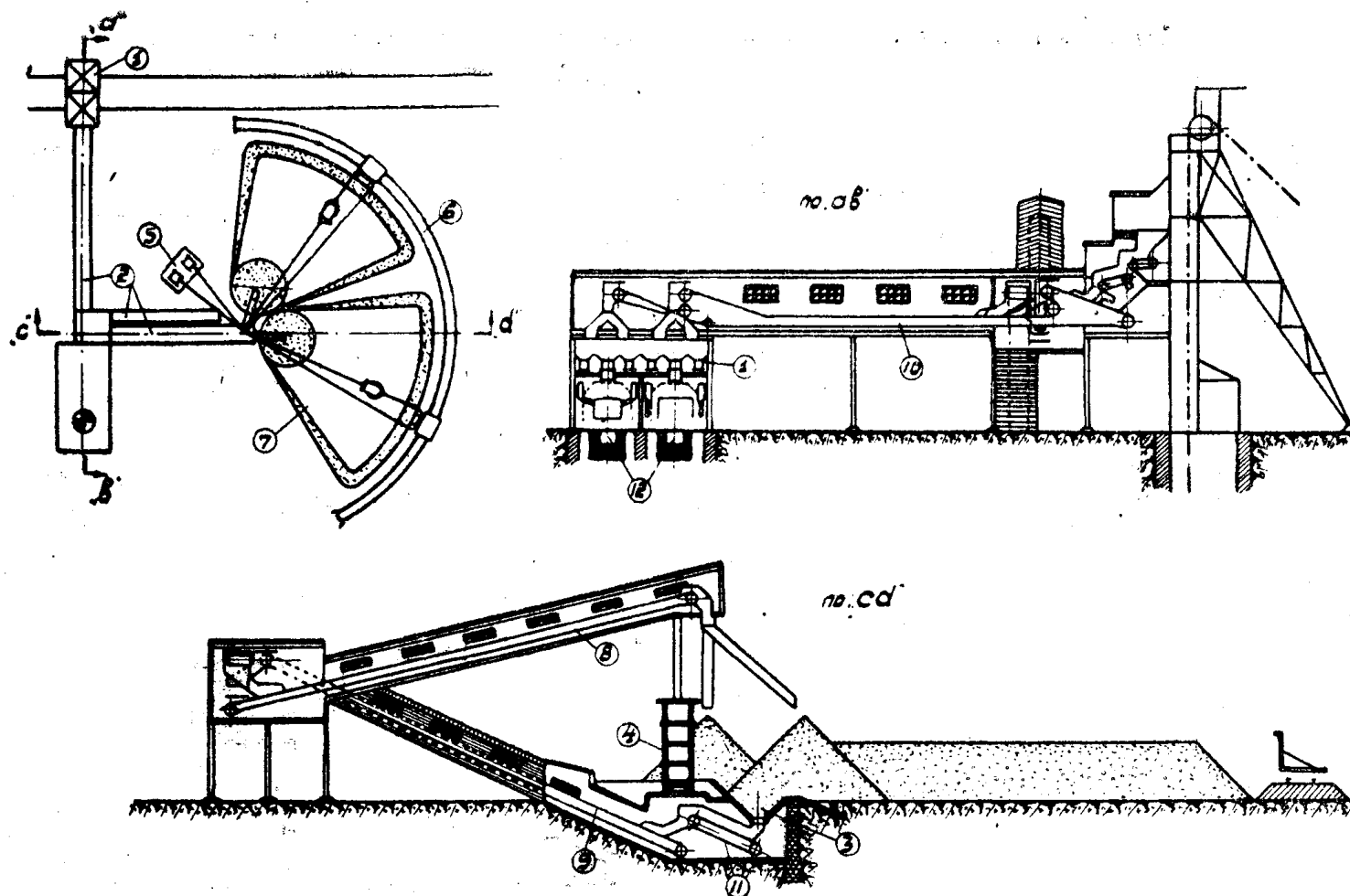
Таким образом, второй вариант целесообразно применить на шахтах, разрабатывающих одну марку угля и отправляющих потребителю ее в рядовом порядке.

Погрузочная способность первого типа открытой бункеризации определяется главным образом емкостью бункерных ям скреперного склада. В данном случае погрузочные воронки над ж.-д. путями имеют весьма ограниченную емкость (одна воронка около 50 т).

Данная емкость необходима на случай каких-либо задержек при погрузке, как, например, снятие угля с конвейера в случае вынужденной



Фиг. 1. Схема открытой бункеризации. Тип — конусные полубункерно-скреперные установки



Фиг. 2. Схема открытой бункеризации. Тип—конусные полубункерно-скреперные установки

остановки последнего или при переключении транспортной ветви на другую марку угля.

Следовательно, количество угля, находящегося в бункерной яме и над ней, в виде так называемого первичного конуса, будет зависеть от диаметра ямы. Кроме этого, скреперная установка также сможет заранее, т. е. до подачи вагонов под погрузку, подтащить ближе к первичным конусам нужное количество угля. Поэтому длина скреперования во время погрузки ж.-д. вагонов будет небольшой, в пределах до 30 м. Таким образом, суммарное количество угля, приведенное к состоянию возможной отгрузки, получается вполне достаточным, особенно для шахт, разрабатывающих одну марку угля.

Рассмотренные варианты конусных полубункерно-скреперных установок нельзя применять для шахт, отправляющих уголь потребителям в сортовом порядке—по классам. В данном случае необходимо погрузочно-складские устройства дополнить сортировочным оборудованием. Сортировки, как известно, во избежание излишних перевалочных операций, устраиваются непосредственно над погрузочными сооружениями. В этом случае лучше всего отвечают требованиям ж.-д. бункеры.

2-й тип—эстакадные полубункерные установки (фиг. 3, 4, 5, 6).

Этот тип установок схемы открытой бункеризации подвергается анализу по четырем вариантам. Все варианты преследуют единую цель—увеличить емкость погонного метра штабеля угля под эстакадами с таким расчетом, чтобы уголь самотеком попадал в воронки транспортной подземной галереи или механическим путем без применения ручного труда. Прежде всего данный тип погрузочно-складских устройств может быть капитальным, т. е. все сооружения выполнены из металла и железобетона, а также упрощенной конструкции—из дерева.

Несмотря на то, что упрощенные конструкции дают ухудшение условий эксплуатации, все же они в Кузбассе получили весьма широкое распространение за счет переоборудования обыкновенных эстакад.

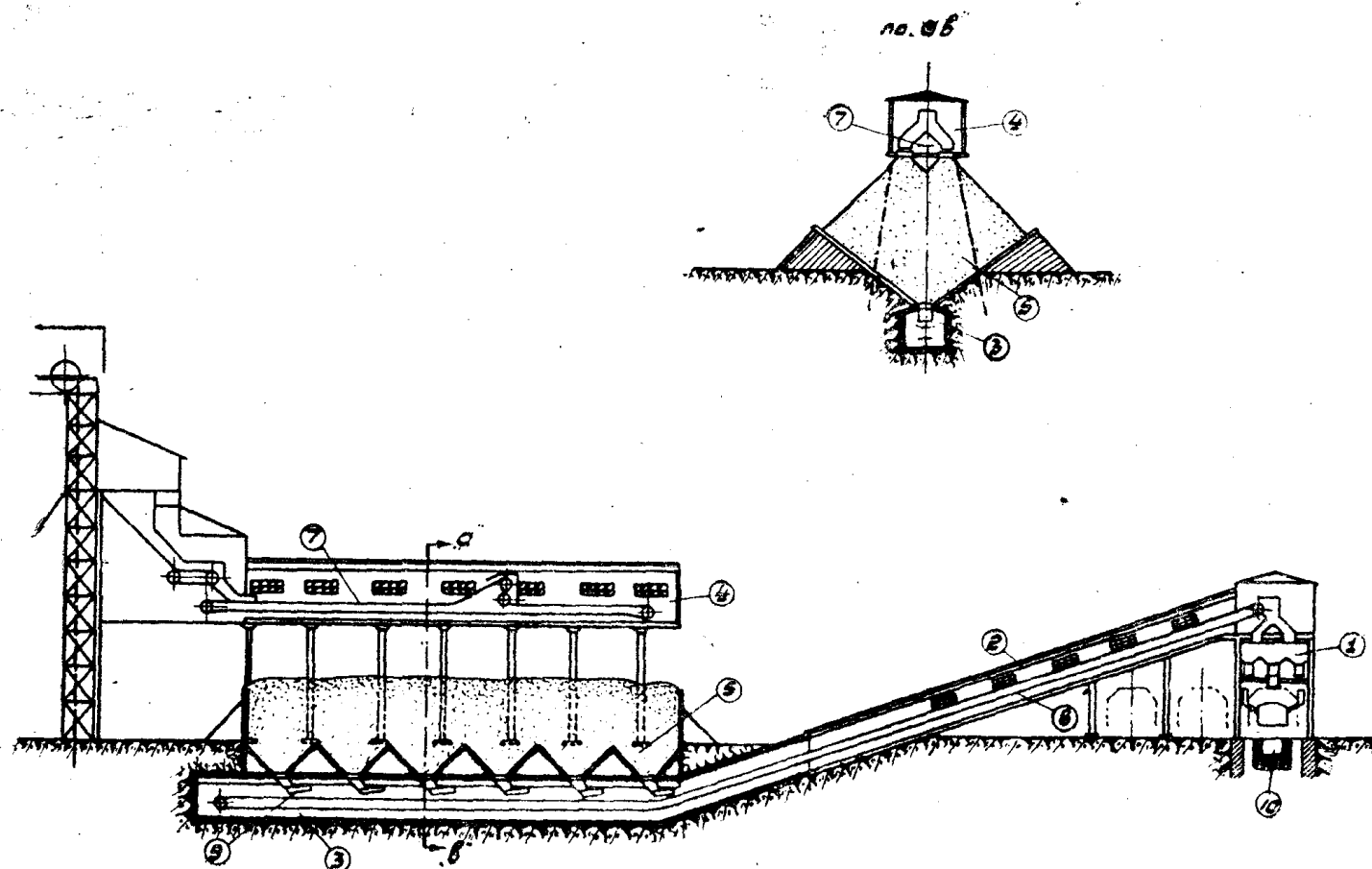
Кстати, необходимо указать, что в настоящее время удельный вес эстакадных угольных складов на шахтах Кузбасса достаточно велик, что видно из нижеприводимой табл. 1.

Таблица 1

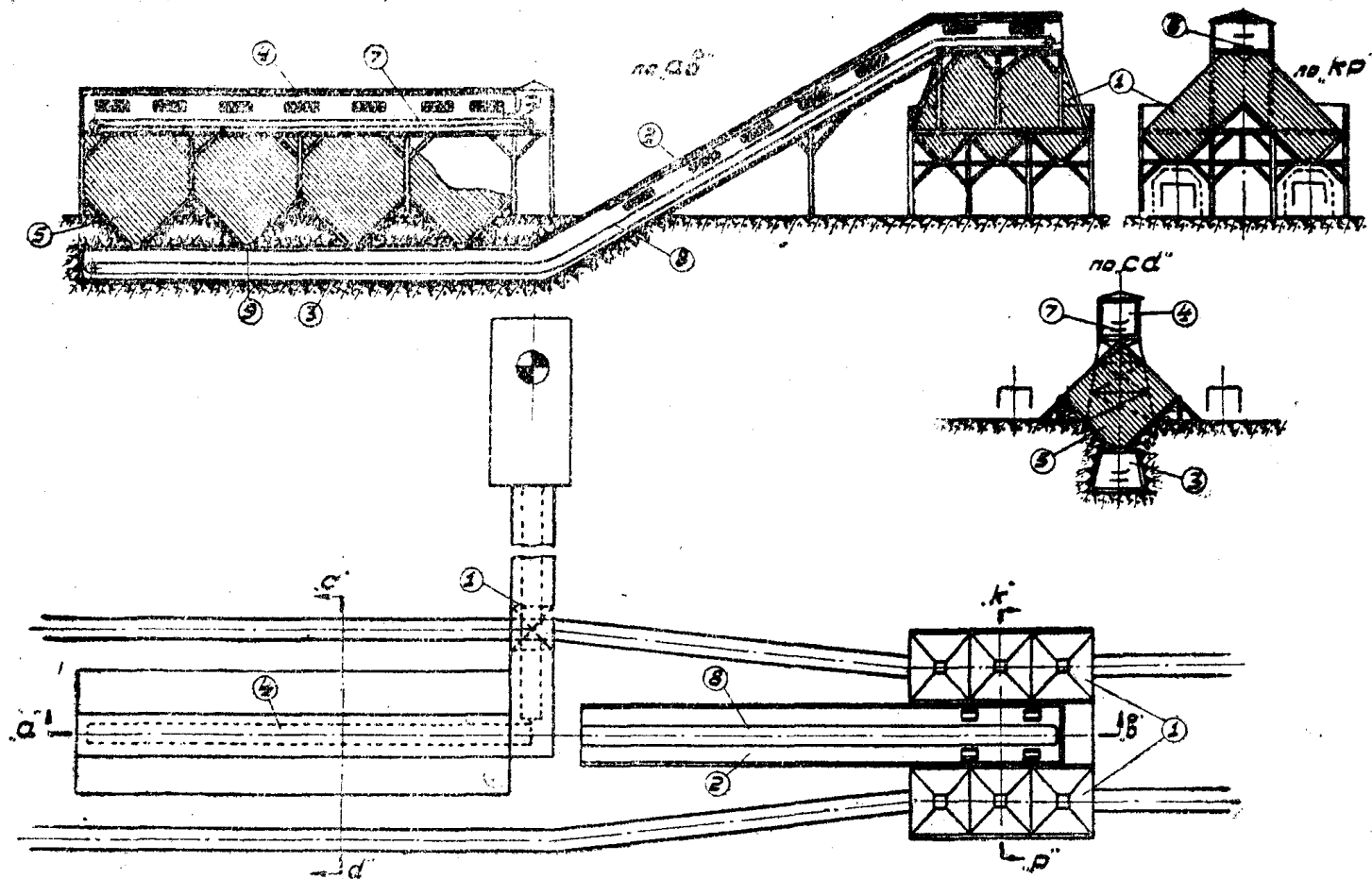
Типы складов	Распределение складов по емкости %
Скреперные—секторные	43
Эстакадные	37
Отвальные	20

Эстакадные полубункерные установки рассматриваемых вариантов оборудуются ленточными конвейерами в силу того, что откатка угля по эстакадам в вагонетках, при существующей производительности шахт Кузбасса, становится напряженной и требует много людей.

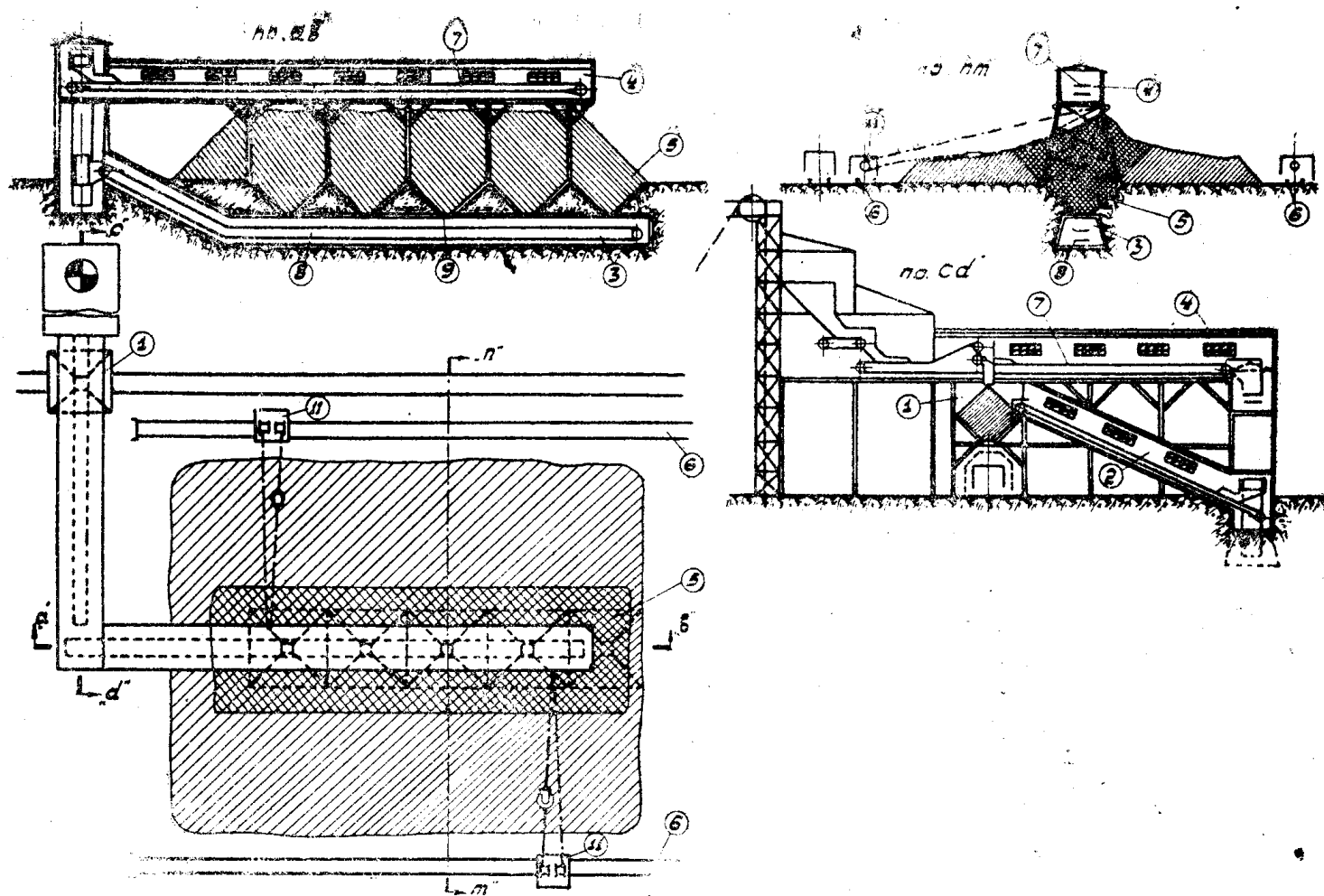
Эстакадные полубункерные установки с одной подземной транспортной галереей представлены железобетонной конструкцией (фиг. 3) и деревянной с емкостными ж.-д. погрузочными воронками (фиг. 4).



Фиг. 3. Схема открытой бункеризации. Тип — эстакадные полубункерные установки.
(Эстакадный одногалерейный капитальный полубункер)



Фиг. 5. Схема открытой бункеризации. Тип—эстакадные полубункерные установки (Эстакадный двухгалерейный полубункер)



Фиг. 6. Схема открытой бункеризации. Тип—эстакадные полубункерные установки
(Эстакадный одногалерейно-скреперный полубункер)

Эстакадная полубункерная установка с двумя подземными галереями (фиг. 5) принимается деревянной конструкции. Емкость погонного метра штабеля угля под эстакадой увеличена по сравнению с одногалерейной установкой (фиг. 4) на 50%.

Одногалерейно-скреперный полубункер деревянной конструкции получил за последнее время широкое распространение на шахтах Кузбасса.

Ниже приводим таблицу емкости одного погонного метра эстакадных полубункерных установок по вариантам в зависимости от высоты эстакад, выраженной в весовых единицах (тоннах).

Таблица 2

Варианты	Высота эстакад в м			
	6	8	10	12
Эстакадные полубункерные одногалерейные установки (фиг. 3,4)	26	41	60	80
Эстакадные полубункерные двухгалерейные установки (фиг. 5)	39	61	89	120
Эстакадные полубункерные одногалерейно-скреперные установки (фиг. 6)	При ширине штабеля $L = 20 + 20 \text{ м}$			
	158	181	205	227
	При ширине штабеля $L = 30 + 30 \text{ м}$			
	259	298	343	387

В условиях Кузбасса наибольшее распространение имеет место II схема—бункеры и склады, которая по удельному весу составляет около 85%.

Погрузочные бункеры железобетонной конструкции и особенно деревянной значительной емкости, расположенные над ж.-д. путями или вдоль путей, имеются почти на всех шахтах Кузбасса. Но одни бункеры, к сожалению, не в состоянии обеспечить бесперебойную работу шахт по вывозу полезного ископаемого. Поэтому положительно на всех шахтах Кузбасса построены склады полезного ископаемого, носившие названия аварийных.

Практически схема—бункеры и склады—осуществлена на шахтах Кузбасса по двум основным типам.

1-й тип—бункеры и склады, самостоятельно функционирующие, т. е. отгрузка угля в ж.-д. вагоны производится независимо как из бункеров, так и со складов.

2-й тип—бункеры и склады со взаимосвязью, т. е. весь уголь, находящийся на складе, отгружается в ж.-д. вагоны только через бункеры.

Здесь так же, как и в I схеме, каждый тип может иметь несколько вариантов, как-то: со склада уголь может отгружаться в вагоны одновременно и через бункеры и самостоятельно скреперными установками через полки или другими транспортными машинами. Даже есть такие

варианты, когда наблюдается совместное сочетание бункеров большей емкости с эстакадными полубункерными установками.

Мы считаем, что достаточно подвергнуть тщательному анализу только один вариант каждого типа и наиболее характерный для шахт Кузбасса.

На фиг. 7 представлен вариант—бункеры и эстакадный склад деревянной конструкции.

Бункеры и скреперный секторный склад железобетонной конструкции представлены фиг. 8.

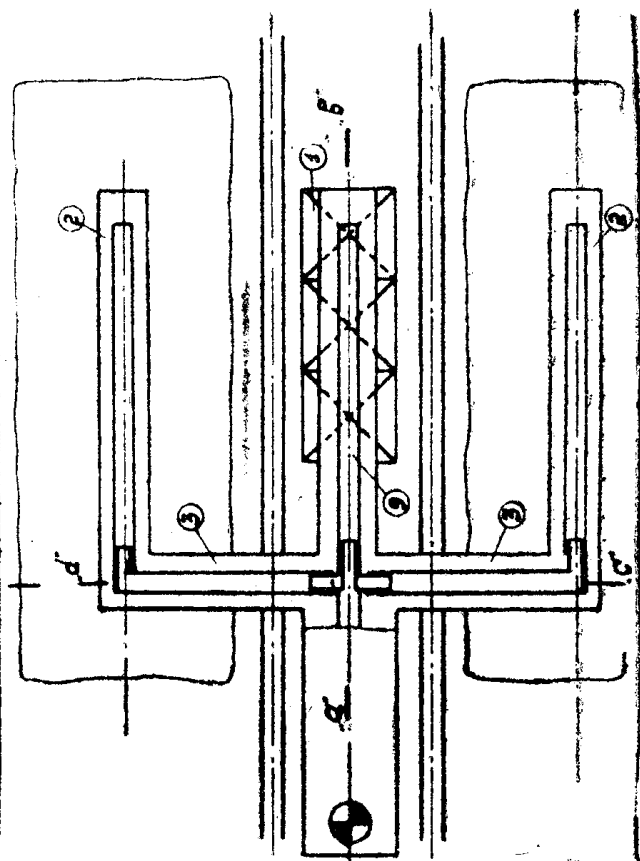
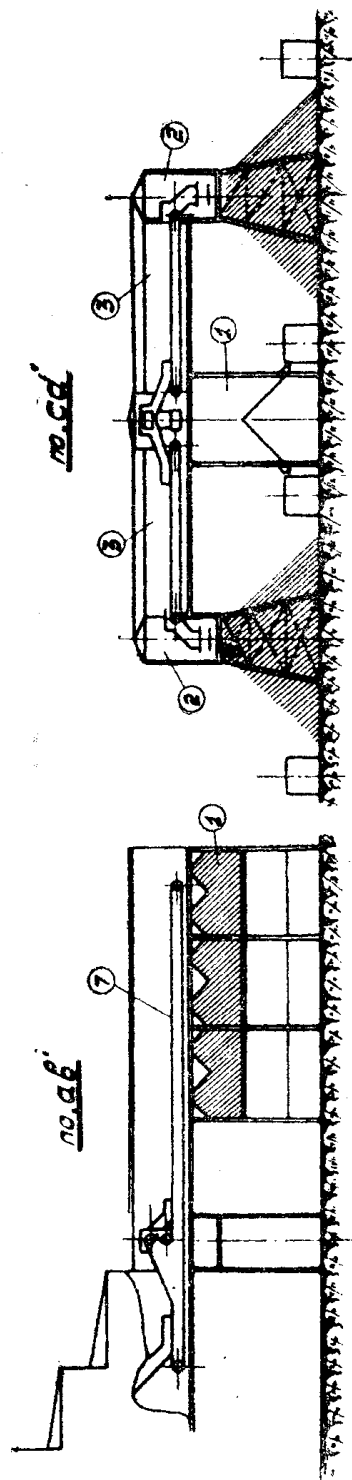
Все вышерассмотренные основные варианты оборудования погрузочно-складских устройств существуют в Кузбассе в чистом виде или в комбинации. Поэтому нашей задачей в данном случае является выбор наиболее рациональных вариантов оборудования на основе технико-экономического анализа.

Как известно, из всех шахт, действующих до сего времени в Кузбассе, на многих погрузка угля производится из-под эстакад различными транспортно-погрузочными машинами. Поэтому выбранные наиболее рациональные варианты оборудования должны быть именно в первую очередь осуществлены на этих шахтах.

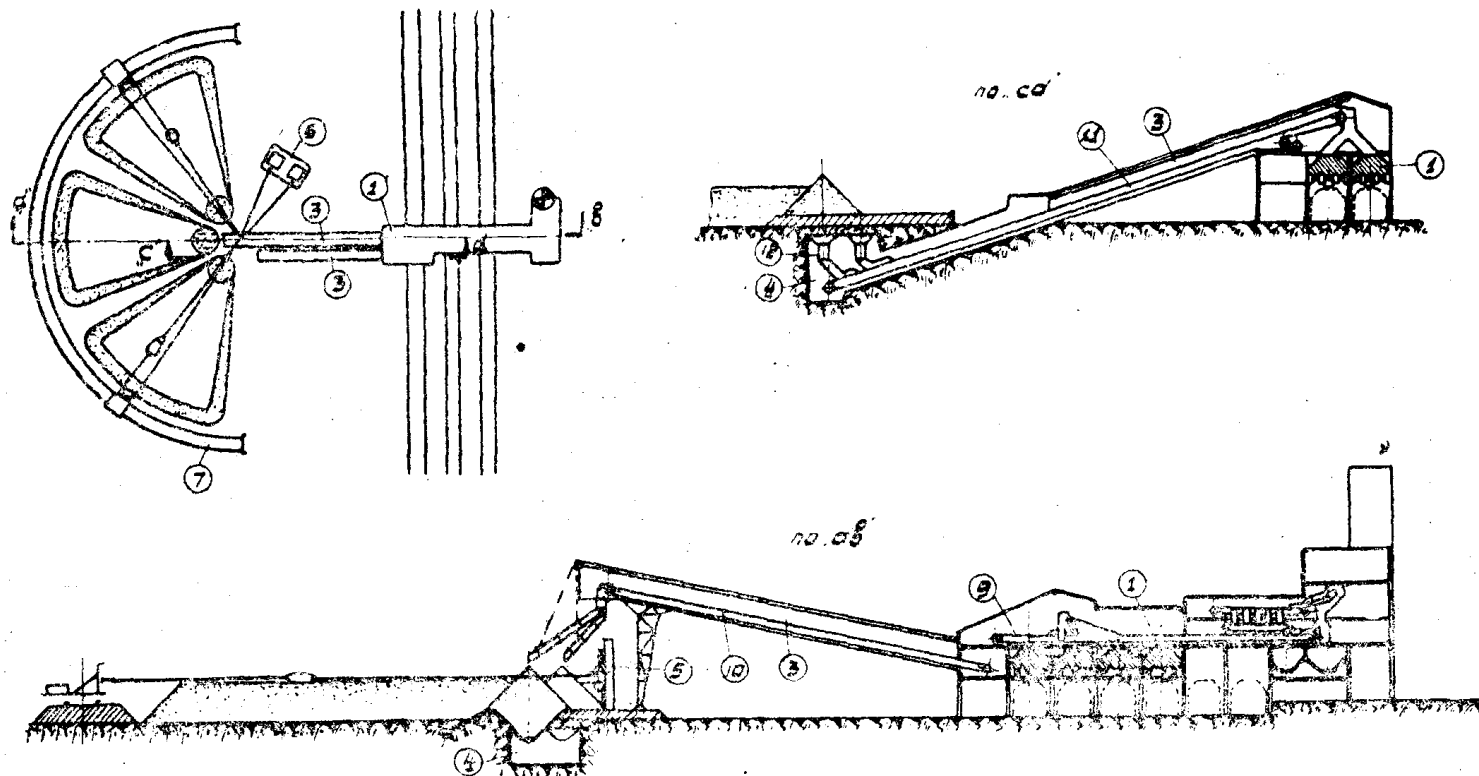
Для того, чтобы иметь исчерпывающую экономическую оценку того или иного варианта рассматриваемых схем оборудования, мы по возможности принимаем механическое оборудование типовое, широко распространенное на шахтах Кузбасса. Так, для вариантов со скреперным оборудованием (фиг. 1, 2, 6, 8) скреперное оборудование принято с характеристикой, приведенной в табл. 3.

Таблица 3

Наименование оборудования	Единица измерения	Характеристика оборудования				
1	2	3	4	5	6	7
Емкость скрепера	т	0,6	1	2	3	4
Вес скрепера	т	0,3	0,6	1,0	1,5	1,9
Тип лебедки	—	ЛУ—15	СЛ—К22	СЛ—К42	С—150	С—155
Мощность мотора	квт	14,5	30	60	110	165
Скорость рабочего хода	м/сек	1,27	1,34	1,2	1,25	1,6
Скорость холостого хода	м/сек	1,66	2,02	1,8	1,75	2,5
Вес лебедки	т	0,6	3,2	3,9	11,0	15,7
Вес рабочего каната	кг/м	0,52	0,92	1,5	2,1	2,7
Вес холостого каната	кг-м	0,4	0,52	0,81	0,92	1,3
Вес блоков	кг	99	144	205	312	386
Оборудование головного столба	т	—	1,9	2,7	3,8	5,0
Оборудование хвостовой тележки	т	—	8	10	20	26
Полный вес комплекта	т	—	14,1	18,3	37,3	50,0
Полная стоимость комплекта в тыс. руб. . .	—	7,3	21,8	38,8	58,5	76,6



Фиг. 7. Схема бункеры и склады. Тип — самостоятельное функционирование (бункеры и асфальтовый склад)



Фиг. 8. Схема—бункеры и склады, Тип—со взаимосвязью (бункеры и скреперный склад)

Стоимость прочего транспортного оборудования—ленточные конвейеры, питатели, перегрузочные желоба, ж.-д. весы, а также возводимые сооружения—по всем вариантам приняты по укрупненным измерителям по данным Кузбассшахтопроекта и приводятся в табл. 4.

При исчислении эксплуатационных расходов принято:

1. Отчисление на амортизацию, текущий и капитальный ремонт по сооружениям—на капитальные установки (фиг. 1, 2, 3, 8)—8% и для деревянных установок (фиг. 4, 5, 6, 7) с ограниченным сроком эксплуатации—10%. По транспортно-механическому оборудованию—15%, по ленте—40%.

2. Обслуживающий штат и расходы по зарплате подсчитаны по квалификациям, исходя из фактического времени работы по обслуживанию рабочих процессов, при тарифных ставках действующих шахт Кузбасса:

а) мотористы ленточных конвейеров, обслуживающие транспорт угля от ствола шахты к погрузочно-складским устройствам, работают в 3 смены;

б) мотористы, обслуживающие конвейеры по отгрузке угля в ж.-д. вагоны, работают в 2 смены;

в) количество лебедчиков скреперных лебедок принято соответственно производительности шахт;

г) погрузочные рабочие, а также рабочие на штабелях работают в 2 смены.

Начисление на рабочую силу по всем квалификациям принято в 37,5%.

3. Расход электроэнергии ленточными конвейерами и скреперными лебедками подсчитан по потребной фактической работе моторов при следующей суточной загрузке:

а) конвейеры по транспорту угля от ствола на погрузочно-складские устройства работают 20 часов в сутки;

б) работа конвейеров по транспорту угля в погрузочные бункеры и воронки принята из условия отгрузки в течение 2 часов маршрутного поезда весом в 1400 т нетто;

в) расход энергии для скреперных лебедок (фиг. 6) подсчитан по потребной фактической работе лебедок без полного учета установочной мощности, которая принята несколько увеличенной на случай большой загрузки скреперных устройств в единичных случаях. Для варианта (фиг. 8) расход мощности подсчитан в предположении пропуска угля через склад в количестве 40% суточной добычи шахт.

Все экономические подсчеты проведены для следующих технических данных:

1. Производительность шахт 300, 600, 900, 1200 и 1500 тысяч тонн в год.

2. Относительная емкость установок —5,10 и 15 суток.

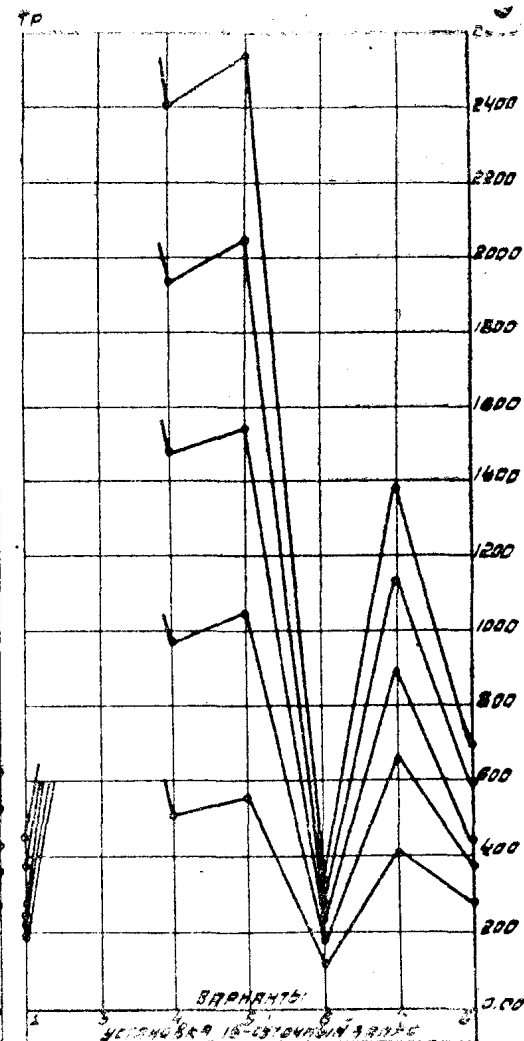
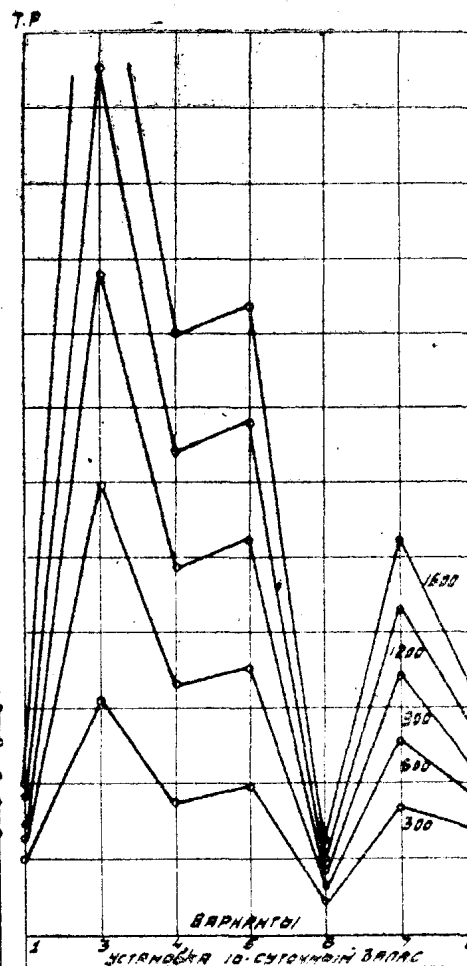
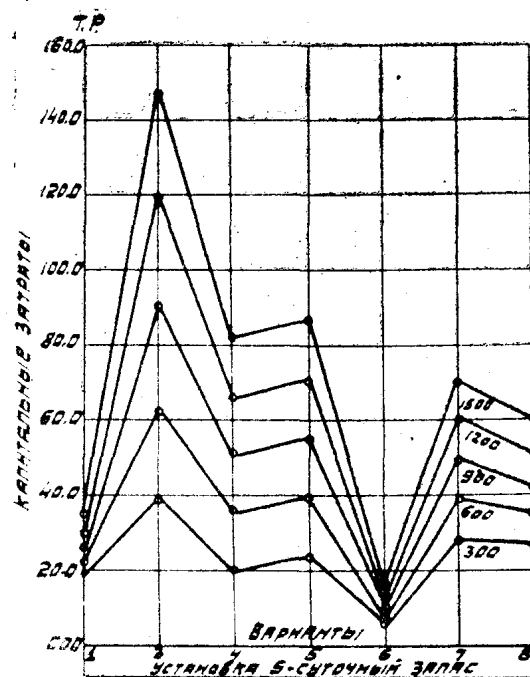
3. Высота штабеля угля под эстакадами по вариантам эстакадных полубункерных установок, бункеры и эстакадные склады приняты 6, 8, 10 и 12 м.

По варианту (фиг. 2) конусной полубункерно-скреперной установки капитальные затраты увеличиваются на 10 тыс. руб. за счет дополнительного конвейера и транспортной галереи, обеспечивающей непосредственную погрузку угля в ж.-д. вагоны из текущей добычи, что дает увеличение расходов в 1 руб. 60 коп. на тонну емкости установки.

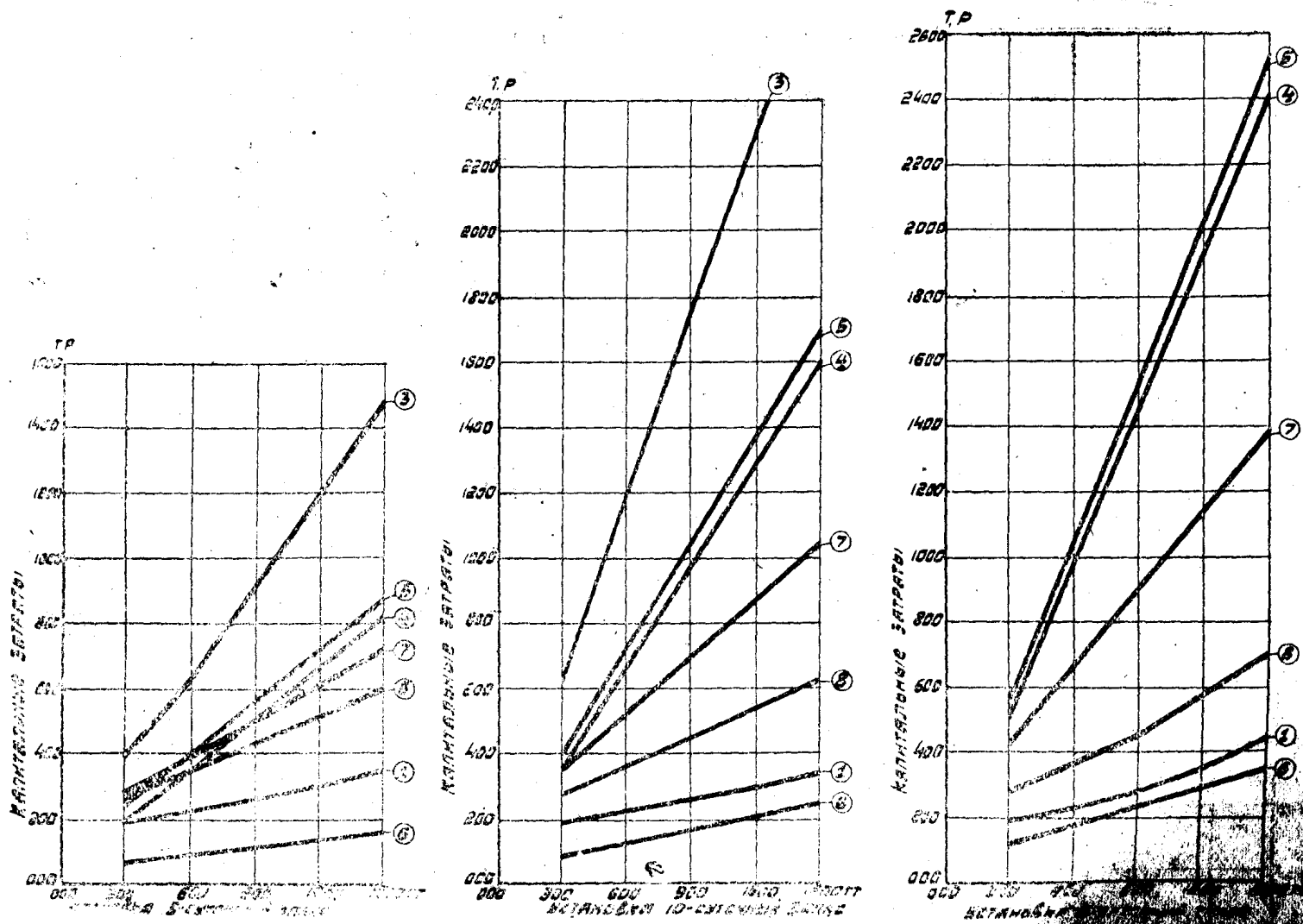
Анализируя данные графиков (фиг. 9, 10) капитальных затрат по вариантам, прежде всего устанавливаем резкое выделение капитального полубункера (фиг. 3), имеющего наивысшие затраты по сравнению с другими вариантами. Особенно резко растут капитальные затраты по этому варианту с увеличением емкости установки и с возрастанием мощности шахт. Поэтому данный вариант для практического осуществления может быть принят только для шахт малой мощности при относительной емко-

Таблица 4

Наименование	Х а р а к т е р и с т и к а	Единица учета	Стоимость единицы в рублях													
А. Сооружения																
1. Погрузочные бункеры	Емкость от 400 до 800 <i>м</i> в зависимости от мощности шахт железобетонная конструкция (фиг. 8) деревянная конструкция (фиг. 7)	<i>м</i> " "	350 400													
2. Погрузочные воронки	Железобетонная конструкция, емкость от 50 до 100 <i>м</i> (фиг. 1, 2, 3) Деревянная конструкция, емкость от 80 до 160 <i>м</i> (фиг. 4, 5, 6) .	" "	350 250													
3. Транспортные галереи под- земные	Железобетонная конструкция (фиг. 1, 2, 3) Деревянная конструкция (фиг. 4, 5, 6)	<i>п. м.</i> "	250 180													
4. Транспортные галереи под- земные	Смешанная конструкция из бетона и железо-бетона (фиг. 3) . . Деревянное крепление (фиг. 4, 5, 6)	" "	240 120													
5. Угольные ямы	Смешанная конструкция из бетона и железо-бетона (фиг. 1, 2)	<i>куб. м.</i>	50													
6. Подземные воронки	Бетонная конструкция в зависимости от высоты эстакад (фиг. 3) Деревянная конструкция " " " (фиг. 4, 5, 6)	<i>п. м.</i> "	120—260 80—130													
7. Крытые эстакады	Железобетонная конструкция высотой от 6—12 <i>м</i> (фиг. 3) . . . Деревянная балочная конструкция " (фиг. 4, 5, 6) .	" "	610—820 210—420													
8. Здание скреперной лебедки . .	Шлакобетонная конструкция (фиг. 1, 2)	<i>куб. м.</i>	60													
9. Путь хвостовой тележки . . .	Рельсы типа III—А (фиг. 1, 2)	<i>п. м.</i>	70													
10. Путь скреперной платформы .	" " (фиг. 6)	"	45													
Б. Оборудование																
11. Конвейеры	Ленточный В=800—1200 <i>мм</i> без учета стоимости ленты	<i>п. м.</i>	120													
12. Питатели	Пластинчатый с волнистой лентой (фиг. 1, 2, 8) в зависимости от мощности шахт Качающийся подвесного типа (фиг. 3) из расчета 1 шт. на 100 <i>п. м.</i> галерей	<i>компл.</i> "	3500—5000 7600													
13. Затворы	Металлические секторные из расчета 1 шт. на 7 <i>п. м.</i> гале- рей (фиг. 4, 5, 6)	"	80													
14. Ж-д. весы	Грузоподъемность 100 <i>т</i> на 1 площадку	"	15000													
		Е м к о с т ь у с т а н о в к и														
		5-суточная			10-суточная			15-суточная								
		Производительность шахты в тыс.-тонн														
		300	600	900	1200	1500	300	600	900	1200	1500	300	600	900	1200	1500
15. Скреперная площадка																
а) емкость в тыс. <i>м</i>		5	10	15	20	25	10	20	30	40	50	15	30	45	60	75
б) угол сектора в град.		90	90	90	90	120	90	90	120	180	180	90	120	180	180	180
в) радиус сектора в <i>м</i>		30	45	55	65	62	45	65	67	65	72	55	67	67	80	92
16. Скреперное оборудование . . .																
а) емкость скрепера		1	2	3	4	3	1	2	3	4	3	1	2	3	3	4
б) Число скреперов		1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2
17. Передвижные скреперные уста- новки	По варианту (фиг. 6) лебедки приняты типа ЛУ—15, емкость скрепера 0,6 <i>т</i> , количество установки принято в расчет от 2 до 6 в зависимости от производительности шахт.															



Фиг. 9. Графики зависимости капитальных затрат по вариантам (высота штабеля 6 м)



Фиг. 10. Графики зависимости капитальных затрат по вариантам для различных емкостей (высота штабеля 6 м)

сти установки до 5 суток, с наибольшей высотой штабеля угля под эстакадой, при соблюдении кратковременности хранения угля в штабелях.

Двухгалерейный полубункер (фиг. 5) также принадлежит к числу неэкономичных вариантов, но вполне возможных для практического осуществления. Для этого необходимо иметь широкую эстакадную площадку и высокую эстакаду, дающую возможность образовать широкий штабель угля под ней. Расширение штабеля угля под эстакадой возможно или путем пристройки козырьковых устройств или установки на эстакаде разгрузителя аэропланного типа.

Наибольший интерес, с точки зрения капитальных затрат, представляют варианты, выполненные по фиг. 1, 4, 6, 8. При всех условиях наивыгоднейшими вариантами являются:

1. Эстакадные полубункерные одногалерейно-скреперные установки (фиг. 6) и

2. Конусные полубункерно-скреперные установки (фиг. 1, 2).

Характерно, что с увеличением относительной емкости установки разница по капитальным затратам у этих вариантов уменьшается. Надо полагать, что при емкости установки в пределах, близких к месячному запасу, вариант конусных полубункерно-скреперных установок (фиг. 1, 2) выйдет на первое место. Сравнивая эстакадную полубункерную одногалерейную установку (фиг. 4) с бункерно-скреперным вариантом (фиг. 8), замечаем, что первая экономичней только для малой производительности шахт и небольшой относительной емкости установки. В частности при 5-суточном запасе для шахт в 600 тысяч тонн капитальные затраты по обоим вариантам одинаковы, и в дальнейшем с увеличением емкости установки и мощности шахт вариант эстакадных полубункерных одногалерейных установок (фиг. 4) начинает уступать даже бункерно-эстакадному варианту (фиг. 7).

Сравнивая между собой все эстакадные варианты (фиг. 11) в зависимости от высоты штабеля угля под эстакадами и производительности шахт, наблюдаем интересную картину перемещения бункерно-эстакадного варианта (фиг. 7) относительно вариантов—эстакадных полубункеров (фиг. 3, 4, 5). Так, например, с увеличением мощности шахт при наименьших высотах штабеля угля под эстакадами, бункерно-эстакадный вариант (фиг. 7) по капитальным затратам выгодней одногалерейных и двухгалерейных эстакадных полубункеров (фиг. 3, 4, 5). Или, например, этот же вариант дороже капитального эстакадного полубункера (фиг. 3) для шахт мощностью в 300 и 600 тысяч тонн, при высоте штабеля угля под эстакадами соответственно 6—8 и 12 м.

Таким образом, пользуясь вышеуказанными графиками (фиг. 9, 10, 11), можно выбрать наивыгоднейшие варианты для конкретных условий. Взаимосвязь между рациональными вариантами определяется по графику (фиг. 11) путем совпадения соответствующих ординат.

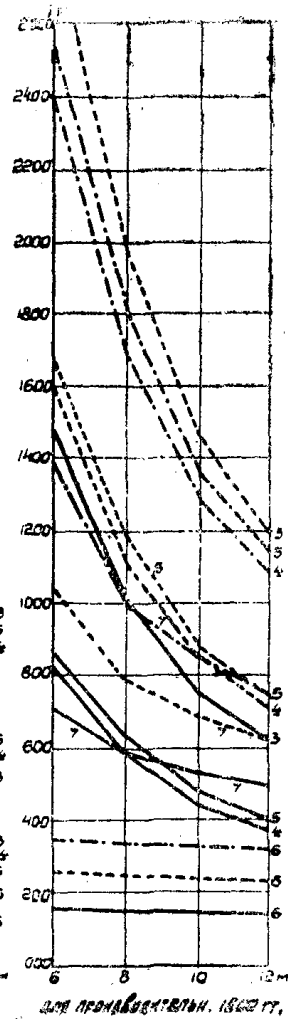
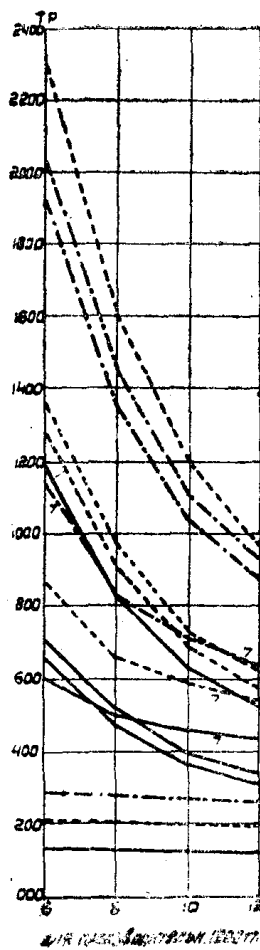
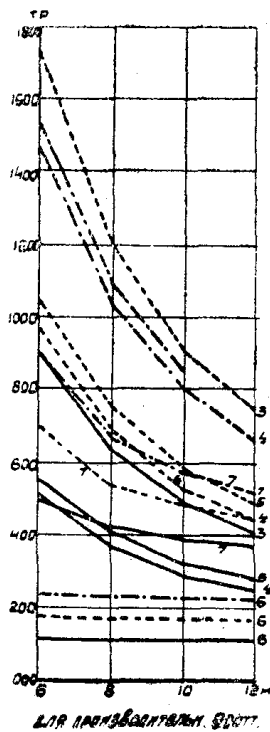
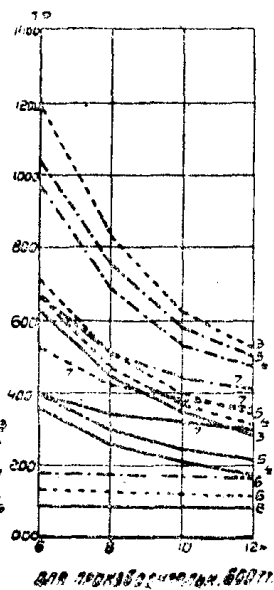
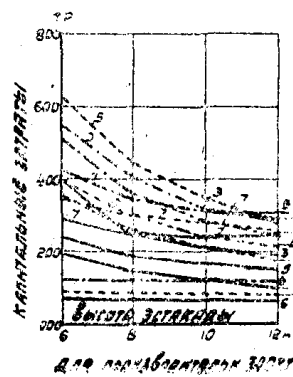
Сравнивая годовые расходы отдельно по зарплате и электроэнергии (фиг. 13), амортизационным отчислениям (фиг. 12) и по общим расходам (фиг. 14), наблюдаем во всех случаях выгодность варианта эстакадных полубункерных одногалерейно-скреперных установок (фиг. 6). Характерным является то обстоятельство, что вариант—бункеры и скреперный секторный склад (фиг. 8)—по суммарным эксплуатационным расходам с увеличением емкости установки приближается к варианту конусных полубункерно-скреперных установок (фиг. 1, 2), тогда как по расходам на электроэнергию этот вариант является самым невыгодным.

По суммарным эксплуатационным расходам (фиг. 14) наблюдается наибольшее сближение всех вариантов для шахт малой мощности во всех 3 случаях относительной емкости установок.

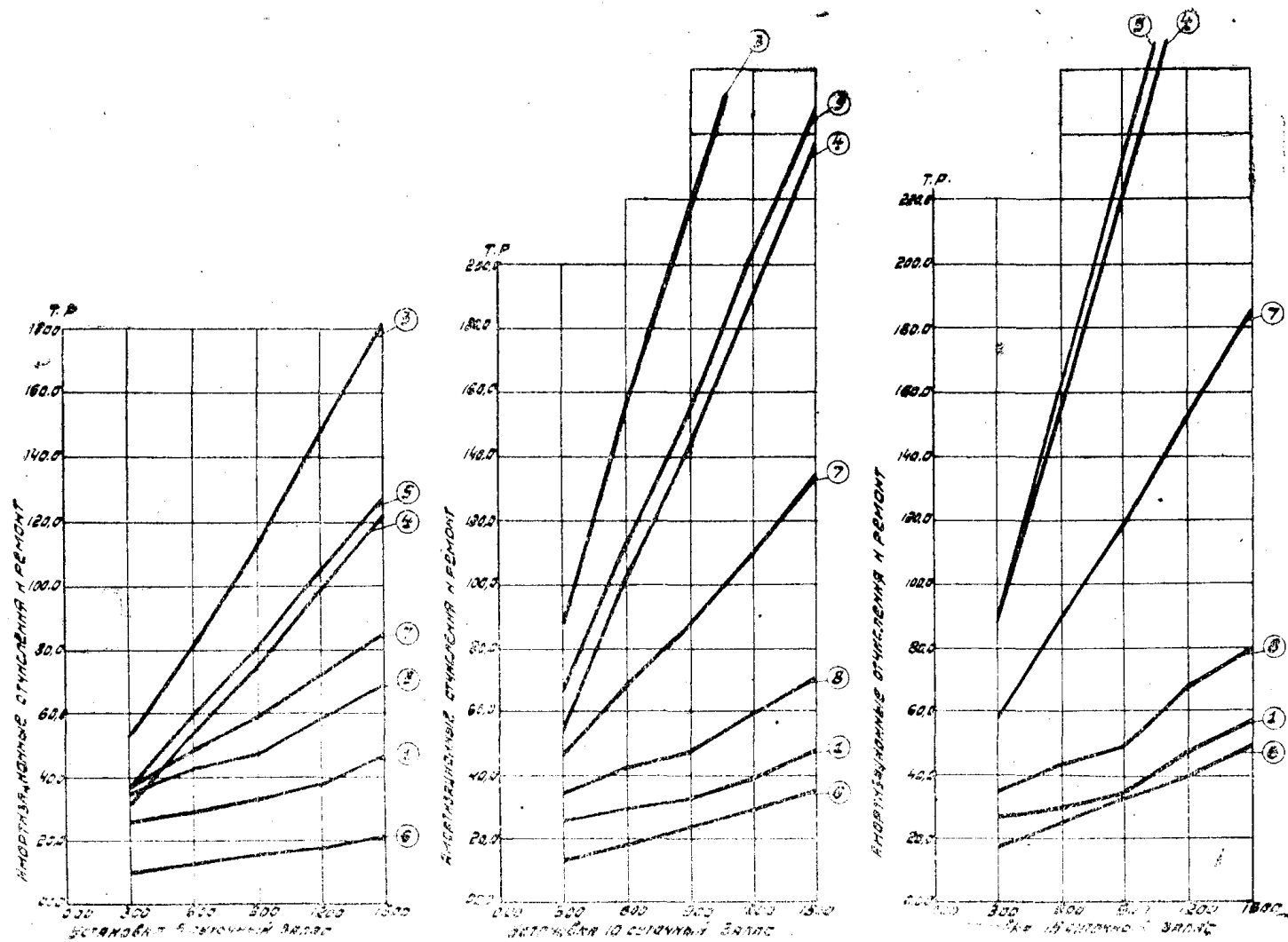
ГРАФИКИ

зависимости капитальных затрат по вариантам при
различных высотах штабеля угля, для различной
производительности шахт

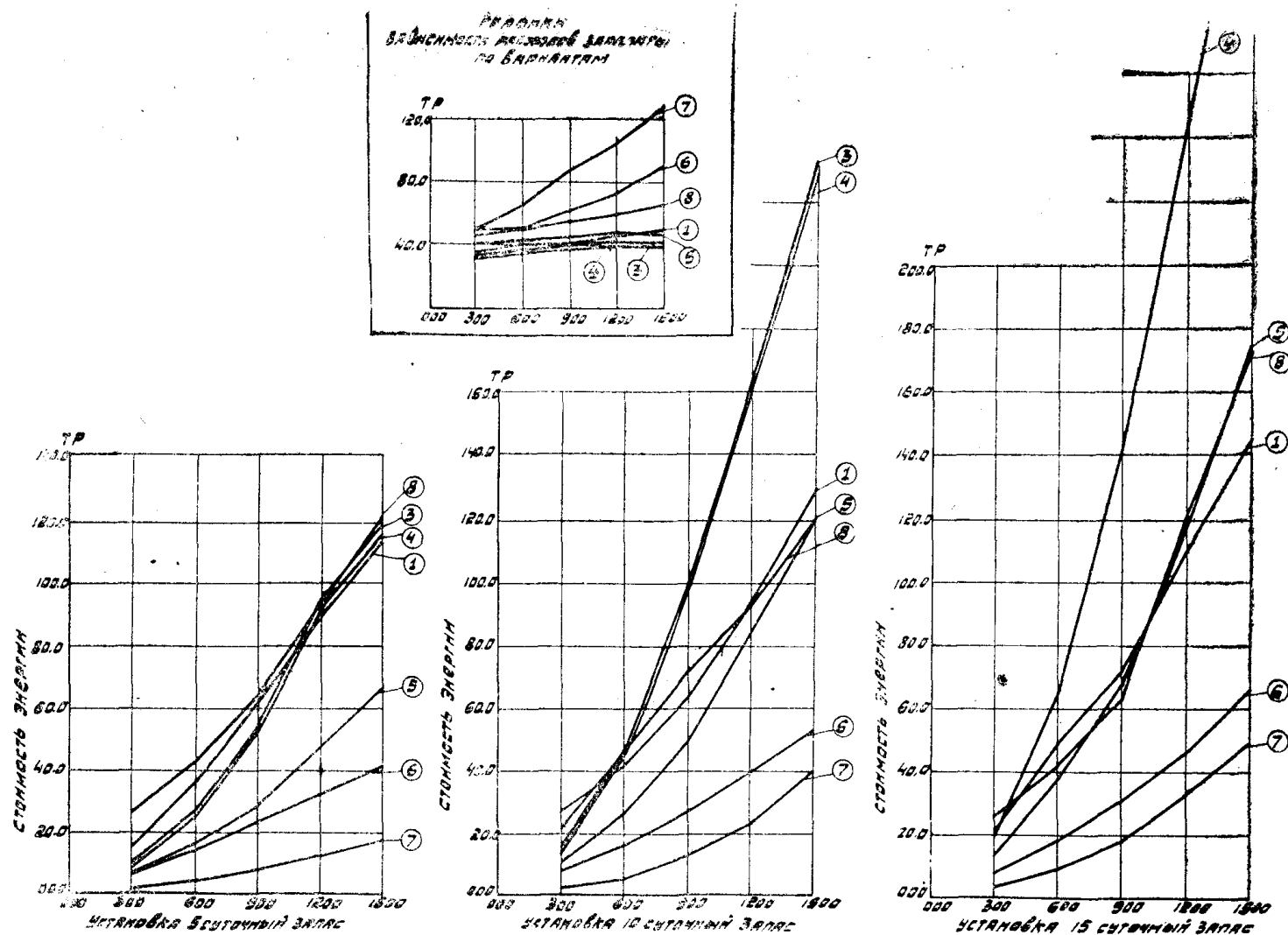
————— Емкость установки 5-суточная
----- " " 10 "
- - - - - " " 15 "



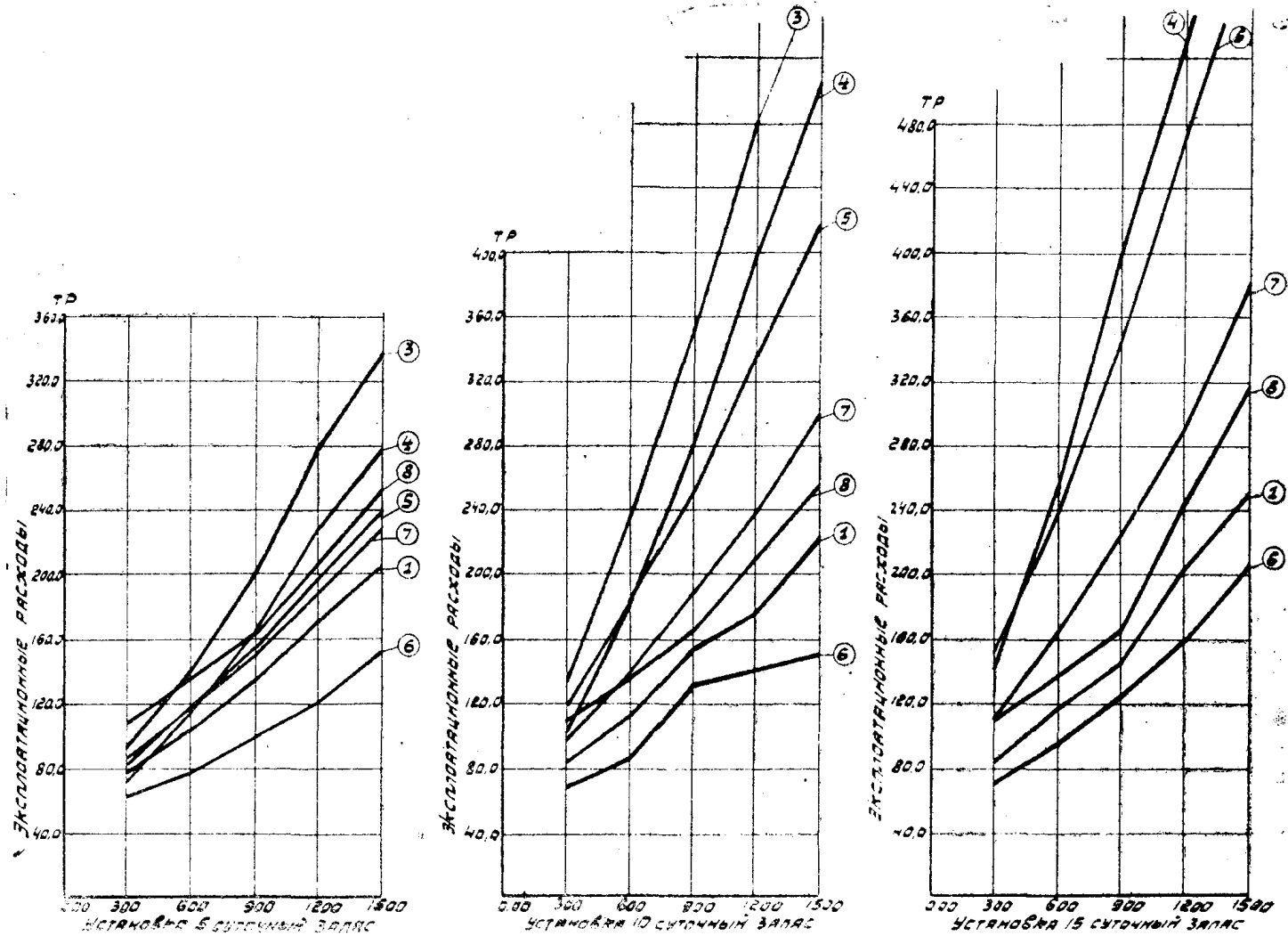
Фиг. 11



Фиг. 12. Графики зависимости амортизационных отчислений и ремонта по вариантам для различных емкостей установки (высота штабеля 6 м).



Фиг. 13. Графики зависимости стоимости энергии по вариантам для различных емкостей установки (высота штабеля 6 м)



Фиг. 14. Графики зависимости эксплуатационных расходов по вариантам для различных емкостей установки (высота штабеля 6 м.)

Следовательно, суммируя все вышеизложенное, рекомендуем, как наименее выгоднейшие, следующие варианты оборудования:

1. Эстакадные полубункерные одногалерейно-скреперные установки (фиг. 6).

2. Конусные полубункерно-скреперные установки (фиг. 1, 2.)

3. Бункеры и скреперный секторный склад (фиг. 8).

Все остальные варианты, как менее выгодные по принятым нами в расчет показателям, могут сравниваться между собой самостоятельно. Практически же их применение возможно в каждом конкретном случае при наличии соответствующих местных условий.

Зная состояние погрузочно-складских устройств шахт Кузбасса, мы считаем возможным рекомендовать наименее выгоднейшие варианты оборудования в первую очередь на всех шахтах, имеющих ручную погрузку на эстакадных складах.

Во вторую очередь рекомендуемые варианты должны быть распространены на шахтах с полумеханизированной погрузкой. При строительстве новых шахт выбор вариантов оборудования рекомендуем проводить по результатам данного анализа, который дает исчерпывающую сравнительную оценку по всем основным показателям.
