

З О Л О Т А Я
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Том I

~~2512~~
~~1988~~
W $\frac{231}{6}$

А. П. Серебряковский

ф.с.м.с

$\frac{801-96}{4443-4}$

ЗОЛОТАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Том I

198 № 6 1/2
ГОССТАТИСТИКА
МОСКВА
МАЙ 1935

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА 1935 ЛЕНИНГРАД

От автора

По директиве нашего великого учителя тов. Сталина, под руководством тов. Серго Орджоникидзе наша золотая промышленность превратилась в настоящую отрасль тяжелой промышленности, где применяются сложнейшие оборудование и аппаратура.

Добыча за последние годы увеличилась во много раз, но запасы нашей страны так велики, что мы действительно можем «учетверить добычу золота» при условии, конечно, соответствующих крупных вложений.

Дальнейшее развитие золотой промышленности требует серьезной выучки наших золотых кадров, и мы должны много, в частности, поработать над созданием специальной технической литературы.

Дело это сложное, так как в золотой промышленности сочетаются все виды техники: геология, разведка, горное дело, сложнейшие физико-химические процессы обогащения, флотации, цианирования, машиностроение и т. д.

Эта книга преследует цель помочь каждому, кто работает в советской золотой промышленности, изучить наше интереснейшее дело глубоко и детально во всем комплексе вопросов сложного золотого хозяйства.

В двух томах этого труда собран почти десятилетний опыт работы моей и моих товарищей по золотой промышленности: в первом томе дается описание золотой промышленности наиболее передовых стран — США и Канады. Во втором дается не только описание наших советских золотопромышленных районов, но также основы подсчета запасов, методология горных работ, расчеты по горной механике: подъемные сооружения, транспорт, сжатый воздух, водоотлив, вентиляция и т. д.

Благодаря помощи тт. Сталина и Орджоникидзе мне удалось совершенно детально изучить золотое хозяйство Аляски и Северной Америки, где я был два раза за последние годы, а кроме того многие наши товарищи также имели возможность посетить рудники и прииски США и Канады.

В нашем Советском Союзе не осталось почти ни одного золотоносного угла, который не был бы тщательно обследован мною и моими товарищами по работе и где на основе существующих и вновь открытых запасов не были бы построены рудники, прииски, фабрики, драги, электростанции и т. д.

Редактор О. С. Павиль.
Техред. О. Г. Давидович.
Сдана в набор 26/IX 1935 г.
Подписана к печати 6/XI 1935 г.
Ленгорлит № 29333. — АНИ № 1033. — Заказ № 1113.

Бумажных листов 10³/₄.
Тип. зн. в 1 бум. листе 109.300.
Формат бумаги 72×110¹/₁₆.
Тираж 3165 — авт. л. 29¹/₄.

Все это описано в первых двух томах моего труда.

В третьем томе — он еще не готов к печати — будет помещено описание золотых рудников Африки и Австралии.

Я и мои товарищи по работе старались как можно лучше выполнить эту огромную задачу тем более, что в печати в первый раз появляется труд, обнимающий золотую промышленность всего мира.

В этой кропотливой и трудной работе — в подборе и обработке чрезвычайно сложных и многочисленных материалов — огромную помощь оказали мне гг. М. С. Бухов и О. С. Павиль. Приношу им теплую товарищескую благодарность за эту помощь.

26 сентября 1935 г.

А. Серебровский

ЗОЛОТАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Том I

СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ
АМЕРИКИ

Примечание редактора:

I том напечатан исправленным и дополненным 5-м изданием, II том — 2-м изданием.

Часть первая



Фиг. 1.

Разведчик-золотоискатель на Аляске.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

Общие условия работы по россыпному золоту в США

Когда мне поручено было восстановление золотой промышленности СССР, то тов. Сталин прежде всего послал меня в США изучить постановку этого дела.

Все, что я там видел и изучил, подробно излагаю в первом томе моего труда.

Добыча золота в США за 1933 г. составила 75 731 кг. По данным казначейства она распределяется по штатам следующим образом (табл. 1).

Таблица 1. Добыча золота в США по отдельным штатам в 1933 г.¹
(в килограммах)

Ш т а т ы	
1. Аляска	12 968
2. Алабама	0,16
3. Аризона	1 518
4. Калифорния	17 528
5. Колорадо	7 737
6. Георгия	13
7. Айдаго	1 643
8. Мериленд	0,47
9. Мичиган	0,31
10. Миссури	—
11. Монтана	1 760
12. Невада	3 113
13. Новая Мексика	806
14. Северная Каролина	21
15. Орегон	589
16. Пенсильвания	8
17. Южная Каролина	5
18. Южная Дакота	15 764
19. Тенесси	4
20. Техас	—
21. Юта	3 037
22. Виргиния	0,6
23. Вашингтон	150
24. Айоминг	68

Добыча золота снизилась, по сравнению с прошлым 1933 годом.

¹ Добыча в Порто-Рико и Филиппинских островах составила соответственно 0,9 кг и 7078 кг.

В 1933 г. общая мировая добыча золота определялась в 23 819 219 унций. Первое место занимал Трансвааль (английский доминион в Южной Африке), затем Канада, далее США.

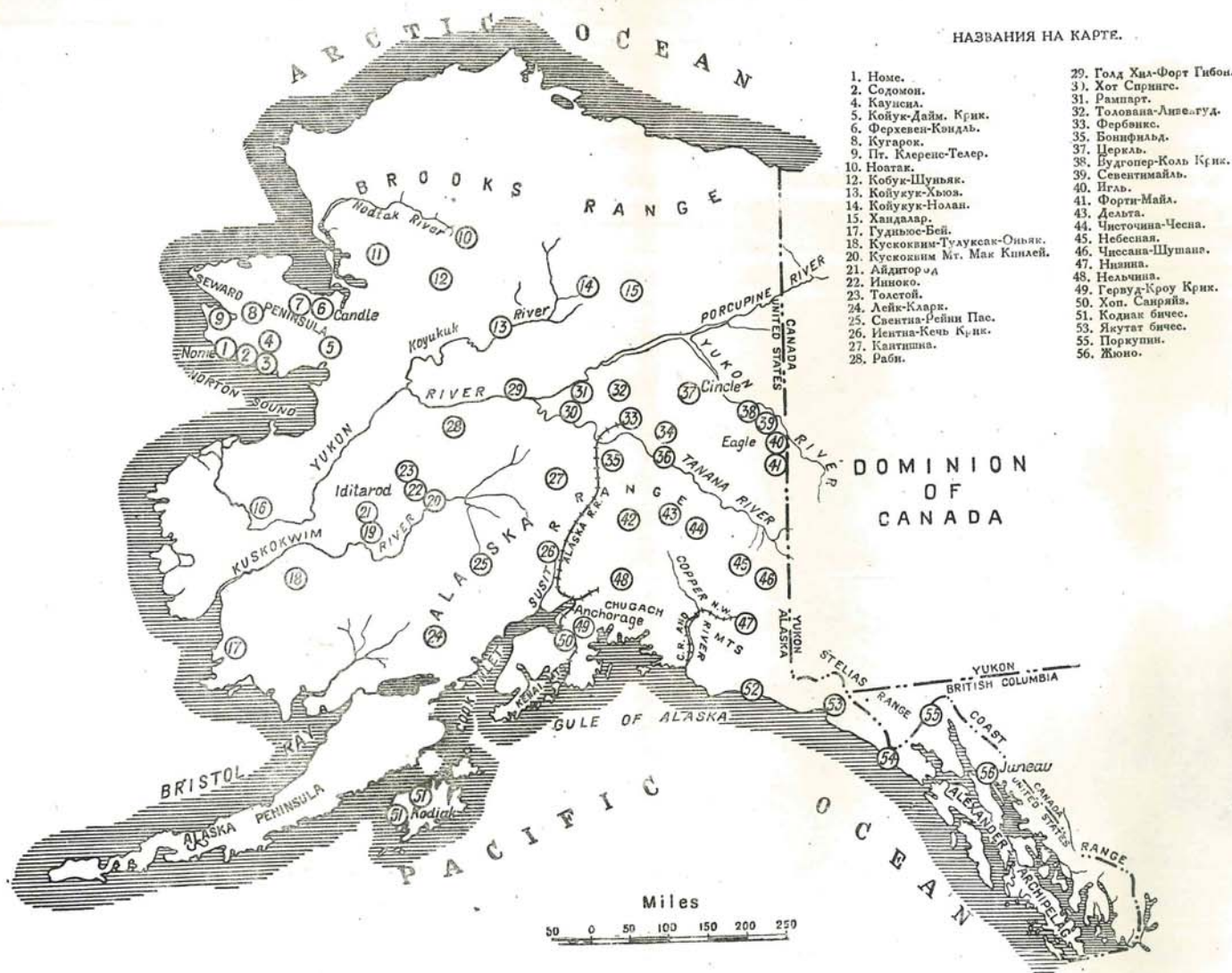
Т а б л и ц а 2. Мировая добыча золота за 1932 и 1933 г.г.

(в килограммах)

С т р а н ы	1933 г.	1932 г.	+ или —
Трансвааль	342 644,1	359 315,8	— 16 671,7
Канада	91 589,5	94 680,4	— 3 090,9
США	75 731,3	76 164,9	— 433,6
Южная Родезия	19 981,7	17 855,6	+ 2 126,1
Северная Родезия	77,3	197,4	— 120,1
Индия	10 433,7	10 189,6	+ 244,1
Западная Австралия	19 817,1	18 839,9	+ 977,2
Виктория	1 840,2	1 483,6	+ 356,6
Новый Южный Уэльс	849,4	869,0	— 19,6
Квинслэнд	2 687,2	635,0	+ 2 052,1
Тасмания	196,6	183,9	+ 12,7
Южная Австралия и Новая территория	112,8	103,2	+ 9,6
Новая Зеландия	5 031,0	5 173,6	— 142,6
Новая Гвинея	4 151,8	2 332,5	+ 1 819,3
Сиерра Леоне	490,0	376,3	+ 113,7
Танганайка	1 210,3	965,0	+ 245,3
Нигерия	540,5	84,0	+ 456,5
Кения	440,0	335,7	+ 104,3
Конго	10 032,7	8 761,1	+ 1 271,6
Западная Африка	9 507,6	8 832,4	+ 675,2
Румыния	3 732,0	3 669,8	+ 62,2
Франция	2 177,0	2 021,5	+ 155,5
Швеция	2 177,0	2 021,5	+ 155,5
Югославия	1 088,5	933,0	+ 155,5
Испания	352,9	260,3	+ 92,6
Мексика	18 660,0	18 168,6	+ 491,4
Центральная Америка	1 555,0	1 492,8	+ 62,2
Колумбия	9 330,0	7 720,5	+ 1 609,5
Венецуэлла	3 110,0	2 746,7	+ 263,3
Перу	2 488,0	2 488,0	—
Эквадор	2 177,0	2 021,5	+ 155,5
Французская Гвиана	1 555,0	1 555,0	—
Британская Гвиана	466,5	433,1	+ 33,4
Датская Гвиана	311,0	279,0	+ 32,0
Чили	1 399,5	1 184,8	+ 214,7
Япония, Корея и Формоза	22 236,5	21 770,0	+ 466,5
Китай	4 665,0	4 665,0	—
Французская центральная Африка	1 555,0	1 523,9	+ 31,1
Прочие	2 488,0	2 424,5	+ 63,5

г.г.

	+ или -
3	- 16 671,7
1	- 3 090,9
9	+ 433,6
5	+ 2 126,1
1	- 120,1
3	+ 244,1
9	+ 977,2
5	+ 356,6
1	- 19,6
1	+ 2 052,1
	+ 12,7
	+ 9,6
	- 142,6
	+ 1 819,3
	+ 113,7
	+ 245,3
	+ 456,5
	+ 104,3
	+ 1 271,6
	+ 675,2
	+ 62,2
	+ 155,5
	+ 155,5
	+ 155,5
	+ 92,6
	+ 491,4
	+ 62,2
	+ 1 609,5
	+ 263,3
	-
	+ 155,5
	-
	+ 33,4
	+ 32,0
	+ 214,7
	+ 466,5
	-
	+ 31,1
	+ 63,5



НАЗВАНИЯ НА КАРТЕ.

- | | |
|-------------------------------|--------------------------|
| 1. Номе. | 29. Голд Хил-Форт Гибон. |
| 2. Содомон. | 30. Хот Спрингс. |
| 4. Кауисла. | 31. Рампарт. |
| 5. Койук-Дайм. Крик. | 32. Толловин-Линкольн. |
| 6. Ферхевен-Кондаль. | 33. Фербикс. |
| 8. Кугарок. | 35. Бонифаад. |
| 9. Пг. Клеренс-Телер. | 37. Церкар. |
| 10. Ноатак. | 38. Будоппер-Коаль Крик. |
| 12. Кобук-Шувьяк. | 39. Севентимайл. |
| 13. Койук-Хьюв. | 40. Игаль. |
| 14. Койук-Ноан. | 41. Форти-Майл. |
| 15. Хандаар. | 43. Дельта. |
| 17. Гудьюс-Бей. | 44. Чисточина-Чесна. |
| 18. Кускоквим-Тулукав-Оньяк. | 45. Небесная. |
| 20. Кускоквим Мг. Мак Кинлей. | 46. Чесвала-Шушана. |
| 21. Айдитор-а. | 47. Навина. |
| 22. Иннок. | 48. Нельчина. |
| 23. Толстой. | 49. Герлуд-Кроу Крик. |
| 24. Алей-Кларк. | 50. Хоп. Самрай. |
| 25. Свентна-Рейни Пас. | 51. Коднак бичес. |
| 26. Иентна-Кевь Крик. | 53. Якутат бичес. |
| 27. Кантшна. | 55. Поркупин. |
| 28. Раби. | 56. Жюно. |

Фиг. 2.

Карта Аляски с указанием горных районов.

А. П. Серебрянский.

Резко увеличить добычу золота у нас можно, применив усовершенствованные методы, которыми пользуются в тех странах, где условия работы ближе всего подходят к нашим.

Аляска во многих отношениях напоминает нашу Сибирь и Северный Урал, а потому для наших работников будет очень полезно ознакомиться с методами работы именно в Аляске и применить в дело все то, что для нашей практики может быть полезно. Конечно, не надо забывать, что добыча золота в Аляске идет на убыль, что лучшие места уже выработаны.

С 1886 г., когда был открыт район Форти-Майл, много участков вошли в эксплуатацию и дали большую добычу, но многие из них давно уже истощены. Форти-Майл дал золота на 6 506 000 долларов, но больше эксплуатировать его почти уже нельзя. Настоящая золотая горячка была впервые в 1898 г., когда был открыт Клондайк.

Второй припадок золотой лихорадки был в следующем году, когда были открыты богатые прибрежные россыпи в Номе (полуостров Сьюарда), давшие в период с 1897 и до настоящего времени золота на сумму около 100 млн. долларов.

Третий припадок золотого сумасшествия случился в 1903 г., когда был открыт Фербэнкс, давший до сего времени золота на 72 240 000 долларов. Всего с 1886 г. Аляска дала россыпного золота на сумму 243 679 000 долларов и рудного — на 116 629 200 долларов.

Теперь от старых героических времен остались только устные предания, но золото в Аляске еще есть.¹ Его теперь добывают более усовершенствованными способами, чем в прежние старательские годы; работают, главным образом, крупные компании, которые захватили в свои руки добычу в Клондайке и постепенно прибирают ее к рукам в районах Фербэнкс и Номе. В Клондайке м-р Гогенгейм, которому принадлежат почти все акции Yukon Gold Co, капитализировал почти все золотые промыслы и приобрел тем или иным способом почти все золотоносные площади. В других районах наблюдается то же самое явление, хотя и не в такой степени: по сравнению с сильно капитализированным Клондайком остальные аляскинские золотоносные районы находятся, так сказать, еще в детском возрасте, но такие крупные организации, как «Фербэнкс Эксплорейшен»,² уже вкладывают очень большие средства в дело укрупнения золотой промышленности и этих районов Аляски. Работы эти в районе Фербэнкса находились при моем посещении в периоде выполнения; здесь помещено описание этих работ, так же как и фотографии, снятые на месте. Тогда строилась большая силовая станция (паровая) и собирались зимой две первые драги, строился огромный трубопровод на протяжении 160,9 км, главным образом для снабжения водой новых больших драг.

¹ По данным U. S. Geological Survey стоимость резервов аляскинских золотых россыпей определяется в 360 млн. долл. См. Brooks A. H. The Future of Alaska Mining.

² Является филиалом мощного общества — U. S. Smelting, Refining and Mining Company, Бостон.

В старые годы в Аляске разрабатывались наиболее богатые участки, причем работа велась примитивными способами, так что хвосты с успехом можно перерабатывать теперь снова. За последние годы очень много внимания обращается на разведку и на бурение, — после тщательного обследования оказалось выгодным разрабатывать такие участки, которые разрабатывать раньше считалось невыгодным. Разведка направлена также и на совершенно новые районы, и есть много оснований думать, что уже намечены и скоро будут открыты для эксплуатации новые участки, не такие сказочные, как в старые годы, но крупные по своей площади и достаточно богатые, чтобы давать значительное количество металла.

Конечно, разведка и дражная разработка россыпей нигде так не поставлены, как в Калифорнии, однако, и в Аляске мы видим большие улучшения за последние годы.

Вслед за разведкой там идет рационально поставленная разработка при помощи драг и гидравлических устройств, и прежняя старательская добыча с каждым годом уменьшается. Однако нельзя сказать, чтобы это явление наблюдалось везде. Там, где залежи не велики и не интересны для больших компаний, и там, где люди довольствуются малым заработком, как, например, в районе Номе, — там кирки и лопата старателя еще имеют применение (фиг. 3).

Но и при работах открытыми разрезами все-таки механизация постепенно отвоевывает новые и новые позиции. В работу вступают скрепера, паровые лопаты, экскаваторы, механические элеваторы, которые во многих местах, где нет смысла поставить драгу, применяются с большим или меньшим успехом. Гидравлическая разработка россыпей и теперь еще применяется в Аляске чаще всех других способов. Правда, не всегда гидравлическая разработка обходится дешево, потому что не везде имеются налицо более или менее крупные россыпи, а также достаточное и дешевое снабжение водой. Воду в большом количестве и дешево можно иметь в Южной Аляске и на полуострове Сьюарда, где и имеются наиболее крупные гидравлические разработки.

Во многих местах мелкие предприятия этого рода еще существуют на бедных и не особенно интересных участках, но там, где есть возможность



Фиг. 3.
Старатель за работой
в районе Номе.

широкого развития гидравлического хозяйства, там крупные компании вкладывают большие деньги, устраивают плотины, водопроводные каналы, желоба, трубы и ставят дело в крупном масштабе, разоряя мелкие предприятия.

За последние годы увеличивается добыча золота при помощи драг, особенно у тех крупных компаний, которые комбинируют дражную разработку с гидравлической и имеют достаточно большие средства, чтобы обеспечить себя надежными источниками снабжения водой и достаточной площадью для разработки. Драги в настоящее время добывают в Аляске более половины всего золота, и с каждым годом все более и более увеличивается добыча ими золота.

Чрезвычайно интересно для нас разобраться во всех способах, которые употребляются в Аляске при добыче золота, но прежде всего надо ознакомиться с общими условиями, в которых там протекает работа.

В Аляске операционный сезон очень короток, районы эксплуатации изолированы, условия транспорта очень тяжелы, фрахты высоки. Все это в связи с вечномерзлым грунтом, недостатком воды и сравнительно высокой зарплатой затрудняет и удорожает разработку месторождений.

Поэтому золотые россыпи в Аляске никогда не разрабатывались так дешево, чтобы могли идти в сравнение со стоимостью работ в Калифорнии. Многие участки, по содержанию золота весьма интересные для разработки, не имели бы надежды войти в эксплуатацию, пока широко и правильно поставленная разведка не выяснит, возможно или нет применить к этим россыпям методы работы в крупном масштабе при помощи драг и других усовершенствований. Только правильно поставленная разведка в связи с хорошей калькуляцией может определить такой способ и род разработки, который дал бы возможность вести работу без убытка и добывать золото по цене, оправдывающей дальнейшую рациональную эксплуатацию. Для нас очень интересно выяснить, в каких условиях производится здесь разведка и как налажена работа, какие методы разработки применяются на основании многолетнего аляскинского опыта и во что обходится разработка россыпей в зависимости от различных условий и различных методов работы.

В каких же условиях протекает здесь работа?

Аляска лежит в тех же широтах (между 72 и 56° северной широты), что и северо-восточная часть Сибири, от которой она отделяется Беринговым проливом.

Наша Сибирь и Аляска имеют очень много общего в климатическом, промышленном, снабженческом и других отношениях. Если Аляска стоит в настоящее время много выше своей западной соседки, то всестороннее знакомство с Аляской поможет нам развить Сибирь, тем более, что северо-восточные окраины наших республик много богаче Аляски по своим природным ресурсам. Однако, климат Аляски мягче, чем у нас в Сибири, сезон открытых работ начинается в мае, а кончается иногда в октябре, про-

должаясь от 3 до 5 месяцев в зависимости от местоположения и методов разработки. Только побережье Северного Ледовитого океана имеет настоящий арктический климат, температуры же в Фербэнксе и в Номе, где находится центр разработок, выше, чем наши ленские или алданские средние температуры.

Для Фербэнкса низшая температура зимой равна -44°C , а для Номе -40° . Между тем в Николаевске на Амуре -40° бывает довольно часто, а в Верхоянске бывает и -55°C . В зиму 1922/23 г., когда в Аляске была сравнительно холодная зима, самая низкая температура ($-49,5^{\circ}$) была в Танане 26 января 1923 г. На Северо-океанском побережье было, конечно, холоднее.

Итак, климатические условия в средней части Аляски, где находится большинство ее золотых россыпей, лучше, чем у нас в Сибири. Условия транспортирования грузов также лучше. Из США все грузы идут через Сиэтл¹ пароходами вдоль по Тихоокеанскому побережью до города Сьюарда, откуда начинается ширококолейная железная дорога (казенная) до города Фербэнкса. От Фербэнкса грузы идут летом по рекам Юкону и Танане, а зимой, главным образом, по узкоколейным железным дорогам (линии на Чатаника и на Матапуска), на лошадях и на собаках. Летом Номский район связан пароходным сообщением с Сиэтлом и с Сан-Франциско; вообще в смысле водных сообщений золотоносные районы Аляски поставлены в лучшие условия, чем наши сибирские промысла, хотя фрахты нельзя назвать дешевыми. Правительство построило железную дорогу, — правда, убыточную для казны, — и это значительно снизило аппетиты частного транспорта. Если бы не было казенной железной дороги, многие предприятия не могли бы совсем работать из-за недостатка дешевого снабжения.

Снабжение по океану и железным дорогам не может быть признано чрезмерно дорогим по сравнению с сибирскими условиями. Доставка машинных частей и оборудования не ложится на предприятия таким тяжелым бременем, как у нас.

¹ Конечный железнодорожный пункт на Тихоокеанском побережье США.



Фиг. 4.
Перевозка грузов
на собаках.

Что касается муки, бакалеи, одежды, мануфактуры, обуви, то все это доставляется большими партиями через магазины крупных золотопромышленных обществ или через крупных оптовых торговцев.

Но там, где нет железных дорог или речных сообщений, там условия перевозки не лучше, пожалуй, наших сибирских, а в некоторых местах перевозка обходится еще дороже, чем у нас.

Летом Аляска почти так же непроходима, как и Сибирь, хотя дороги все-таки кое-какие есть. Согласно докладу начальника инженеров и Совета дорожных комиссаров, в Аляске имеется в эксплуатации 1793 км дороги, по которой может проехать автомобиль, конечно летом, или пройти груженая телега. Хороших санных дорог имеется 1003 км и так называемой «тропы» — 7092 км. В Аляске прекрасно понимают значение дорог, но отпущенных средств нехватает, чтобы построить достаточное их количество, а от этого зависит все дальнейшее развитие разработок.

Хорошо что имеется казенная железная дорога, с несколькими ветками, и пароходное сообщение по рекам — это очень облегчает перевозки.

Авиалинии имеются в Аляске в районе города Фербэнкса, где обслуживаются разработки, лежащие от города на расстоянии в 400—480 км. Условия местности благоприятны для развития воздушного сообщения, и теперь установлена почтовая линия Фербэнкс — Ном, почти в 800 км.

В зависимости от того, какие имеются дороги, меняется стоимость доставки от конечных железных или пароходных пунктов до приисков. На полуострове Сьюарда летом берут за 1 т/км от 1,2 до $2\frac{1}{2}$ долларов, в зависимости от состояния дороги. Зимой редко берут более 1,0 доллара за 1 т/км.

Зимой можно нанять упряжку в две лошади и возчика за 20 долларов в день. Четырехлошадная упряжка с возчиком обходится в 35 долларов.

Во внутренних районах Аляски транспорт стоит дороже, чем на полуострове Сьюарда. Летом берут в среднем 2 доллара за 1 т/км, зимой — 1,4 доллара, а на собаках — до 2,5 доллара. Там, где нет дорог, фрахт обходится до 6 долларов за 1 т/км, а при доставке вьюками — до 12 долларов за 1 т/км.

За последнее время быстро растут перевозки на грузовиках и тракторах, которые входят в большое употребление и дают возможность снижать фрахты. Летом трактор таскает грузы в районе работ компании «Фербэнкс Эксплорейшен» 0,7 доллара за 1 т/км. Зимой трактор таскает грузы в специальных больших санях по значительно более дешевым ставкам.

Так, зимой перевозка машинных частей на расстоянии 64 км обходится за тонну в 7 долл. 50 центов, тогда как до введения тракторной перевозки стоимость доставки тонны груза на это расстояние была около 35 долларов, а иногда даже более.

Из фиг. 4 и 5 видно, какие способы транспорта употребляются в Аляске; я считаю полезным указать на все, которые там встречаются, в том числе и на перевозку собаками, тракторами и лошадьми.

Как было уже упомянуто, в отношении стоимости рабочей силы Аляска находится в невыгодном положении. Во время сезона, который длится от 3 до 5 месяцев в году, зарплата на золотых россыпях колеблется от 6 долл. 50 центов на ближайших приисках, до 12 долл. в день на самых отдаленных. Питание обычно включается в эту оплату.

Рабочие на лебедках получают то же самое содержание, рабочие на брызгале (водобое) получают на 1 доллар, а иногда на 50 центов больше.

Квалифицированные механики зарабатывают много больше. В табл. 3 указан заработок различных категорий рабочих. Больничные деньги — 2 доллара в месяц — собираются как с рабочих, так и с компании поровну.

На подземных работах в шахтах обычно работают в две смены по 8 или по 10 часов, на открытых работах — почти везде 10 часов и только на гидравлических разработках — 11 или даже 12 часов.

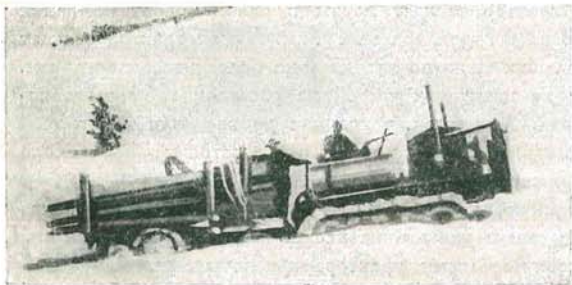
При удлинении смены оплата пропорционально возрастает. На крупных приисках, вблизи населенных мест, нет недостатка в рабочих руках, но на отдаленных участках часто бывают затруднения во время сезона из-за недостатка рабочих.

На маленьких приисках кустарного типа работают старатели. Особенно это часто наблюдается в отдаленных местах. Они называются в Аляске «гольддиггерами»¹ и работают часто на свой собственный риск и страх на своих собственных маленьких участках. Обычно они работают небольшими группами от 2 до 6 человек. Такая артель называется в Калифорнии «партнершип (partnership)» (фиг. 6).

В золотые времена, описанные Брет-Гардтом, тысячи старателей работали в районах Сиерры, Калавераса, Невады и Станиславовой реки. Теперь вся эта местность, изрытая канавами открытых разрезов и гидравлических разработок, снова зарастает молодыми лесными порослями, города опустели в этой части Калифорнии, и только на немногих приисках продолжается работа.

Интересно далее ознакомиться со снабженческим вопросом. Крупные фирмы имеют свои собственные очень большие магазины, из которых они снабжают рабочих. Я посетил несколько таких складов в Аляске; товары

¹ Gold diggers or prospectors.



Фиг. 5.
Перевозка грузов трактором.

Таблица 3. Заработная плата на приисках Аляски
(в долларах и центах)

Р а й о н	Неквалифицированный труд			Квалифицированный труд		Стоимость питания в день
	Заработок	Число часов	Род ¹ работ	Специальность	Заработок	
Номе	5—5.50	10	О	Десятник	6.50—8	1.90 50 2.25
				Трубопроводчик	6—7.00	
				Плотник	7—9.00	
Фербэнкс	5—6.00	8 10	П О	На брызгале	6—7.00	— 1.75 2.25
				Кузнец	7—8.00	
				Механик	8—10.00	
Форти-Майл	5—6.00 5	10 8	О П	На брызгале	6	— 2.25 3.50
				Кузнец	7—8.00	
				Механик	7—8.00	

были не плохого качества и сравнительно недорогие. Фирмы стараются закупать и заготовить все товары осенью, чтобы можно было завезти их зимой по более дешевому фрахту и иметь все нужное на складе к началу сезона. Мелкие предприятия часто берут товар у оптовиков и снабжают своих рабочих в кредит. Тут очень часто бывают злоупотребления; поэтому для рабочих и служащих мелких контор гораздо выгоднее покупать у обычных торговцев, которые имеются в Аляске повсюду в более или менее населенных местах.

Техническое снабжение в больших предприятиях поставлено прекрасно. Для мелких предприятий есть возможность обращаться к торговцам, которые в городах и поселениях имеют технические магазины, откуда можно получать общее снабжение, скобяные товары, даже части машин, а иногда даже целые новые машины общеупотребительного типа: водобои, насосы и пр. Подержанные машины можно купить из вторых рук почти везде, так как есть много свободного оборудования.

Новые машины, конечно, лучше всего покупать в городах Тихоокеанского побережья, где имеются хорошо поставленные оптовые склады. Цены на все снабжение теперь упали по сравнению с ценами во время войны и в первые годы после нее. Подешевело техническое снабжение; что касается топлива — главным образом дровяного, — то цены на него стоят высокие. Бревна, подтоварники, брусья, пиленный и крепежный материал также стоят дорого. Доски, нужные для устройства шлюзов, желобов, стоят сравнительно недорого в местах заготовки — около 40 долларов за 92,9 м², но доставка на отдаленные прииски сильно повышает стоимость.

Дрова для топлива стоят довольно дорого, и вблизи железной дороги, около Фербэнкса выгоднее топить углем, чем дровами, тем более, что угольные лигнитовые шахты находятся не очень далеко и лежат на линии

¹ О — открытые работы, П — подземные работы.

железной дороги. Лигнит стоит от 6,50 до 8 долларов за тонну, уголь из копей Матапуски — битуминозный — стоит 10—12 долларов. В 320 км от Номе теперь разрабатывается также хороший уголь, который летом на пароходах доставляется в район города Номе.

Часть угля все еще идет из Британской Колумбии в мешках; цена его высокая, зато качество очень хорошее. В прежние годы очень много угля доставляется оттуда, теперь же острой надобности в этом угле нет.

В большом ходу потребление нефтяных остатков, которые идут на отопление, но более всего потребляется моторного (дизельного) топлива, особенно для двигателей на драгах. Газолин (бензин) и керосин (дестиллат) также находят большое применение. Газолин продается в Номе по 5,65 доллара за ящик (две банки по 6 галлонов, т. е. 54,6 л), а дестиллат — по 4,85 доллара. Более крупные потребители получают нефтепродукты в бочках прямо непосредственно из Сиэтля, и дестиллат обходится франко-Номе по 37 центов за галлон (4,55 л), а моторка (дизельное топливо) — по 26 центов.

Одна из компаний, работающих в Номе, завезла в прошлое лето партию нефтепродуктов на наливной шхуне.

В городе Сьюарде имеется большой нефтяной склад, где цены на моторку летом считают на 3 цента за 4,5 л выше, чем в Сиэтле. В Фер-бэнксе в 1927 г. летом моторка отпускалась по 22 цента за 4,5 л, что считается здесь невысокой ценой.

В Аляске и в Канаде все-таки продолжают работать с паровыми машинами, больше чем с моторами. Пароход все-таки преваляет над теплом. И это правильно как для Аляски, так и для нашей Якутии и Дальнего Востока.

Раз мы имеем огромные запасы дровяного топлива, нельзя отказываться от локомотивов, паровых машин, котлов, пароходов.

Даже автотранспорт надо ставить на газогенераторах, так же, как мелкие установки на присках, работающие от двигателей внутреннего сгорания, которые почти все и всегда можно питать от газогенераторов, работающих на дровах или на угле.



Фиг. 6.

Группа старателей
в Калифорнии

ГЛАВА ВТОРАЯ

Разведка и разведочное бурение

Для нас разведка и разведочное бурение имеют огромное значение.

Партия наша и тов. Серго Орджоникидзе поставили наших геологов и разведчиков в особо привилегированное положение и заботятся об обеспечении всех работ прежде всего разведками. В Аляске теперь тоже очень хорошо понимают, что нельзя больше вкладывать денег в дорого стоящее оборудование приисков, пока не сделана широкая и основательная разведка, оправдывающая инвестицию капитала.

В героические старые дни, когда никакой разведки почти не было, многие фирмы начинали работу на основании «устных преданий» старателей, туземцев и разного рода проспекторов. Тут было много случаев неудачи, потери денег и времени. Теперь вопрос еще сложнее, потому что приходится работать или на старых отвалах или на таких пропущенных чересполосных участках, которые раньше не были интересны для разработки благодаря низкому содержанию золота. Я не говорю о том, что есть еще новые площади, совсем неизвестные и неразведанные, которые могут дать хорошие результаты при разработке. Эти новые площадки разведываются теперь очень интенсивно, но и старые участки достаточно привлекательны и теперь обследуются снова.

Конечно, разведка в Аляске все еще не так хорошо поставлена, как в Калифорнии, но все уже стали понимать значение разведки, особенно финансисты, на горьком опыте усвоившие мысль о ее необходимости. В этом отношении Аляска отстает от нашего Союза, где разведчикам оказывается гораздо большее внимание.

Теперь ни один банк не даст денег для работы, если специальные инженеры и геологи не подтвердят правильности выводов хорошо и широко выполненной разведки. С другой стороны, правительство США не отказывает в деньгах на самую разведку, потому что давно уже убедилось, что эти деньги не потеряны (фиг. 7).

В США встречается два типа россыпных месторождений: элювиальные и аллювиальные. Они образовывались вследствие разрушения коренных месторождений, процессами выветривания и размыва.

Элювиальные месторождения почти не имеют промышленного значения. Они образовались от разрушения коренных золотоносных пород без переноса материала с места его первоначального местонахождения.

Аллювиальные россыпные месторождения образуются вследствие разрушения и размыва коренных месторождений с последующим перемещением обломков пород (главным образом при помощи проточной воды), классификацией и выделением золота, а также других тяжелых минералов в русле потока, и, наконец, отложением золота в местах, где сила течения уменьшается.

Наиболее легкий и мелкий материал быстро смывается и относится в сторону, в то время как наиболее тяжелый и крупный по размерам материал, включая золото, отлагается. В процессе классификации крупнейший и наиболее тяжелый материал будет отлагаться первым (т. е. вблизи своего коренного месторождения), а наиболее легкий и мелкий материал будет относиться дальше.

Пересортировка россыпей может произойти при углублении русла потока, вследствие понижения базиса эрозии, что изменяет направление и силу потока. Иногда это может происходить несколько раз вследствие тектонических движений.

По классификации Брукса россыпные месторождения могут быть отнесены к различным группам, а именно:

- 1) террасовые россыпи — древние речные россыпи, приподнятые от 15 до нескольких десятков метров над современным руслом;
- 2) увальные россыпи — группа россыпных месторождений, расположенных по склонам долин (увалов) выше современной россыпи или между ручьевыми и террасовыми россыпями. Их плотик находится чуть выше русловой россыпи;



Фиг. 7.

Горный инженер Аляски Б. Д. Стюарт на легкой разведке.

3) русловые россыпи — россыпи, образованные в долинах современных рек, потоков или ручьев;

4) береговые (дельтовые) россыпи — россыпи, образованные выносами ключей и рек в низменных равнинах или водных бассейнах;

5) россыпи береговой полосы (прибрежно-морские) — россыпи заново образовавшиеся размывом и переносом береговых пород и отложений вдоль морского берега (бичи);

6) древние прибрежные россыпи, тектонически приподнятые — морские россыпи;

7) озерные россыпи — россыпи, образованные отложениями в пластах наносов в современных или древних озерах ледникового тектонического или оползневого происхождения;

8) глубинные (погребенные) россыпи — древние россыпные месторождения различных типов, погребенные под современными мощными аллювиальными наносами или же под потоками лавы позднейшего геологического типа.

Такие типы россыпей могут быть обнаружены на значительных глубинах по сравнению с современной поверхностью. Некоторые из таких россыпей вырабатывались при помощи подземной выработки: у нас на Лене, а также в Калифорнии, Орегоне, Айдаго и на Аляске.

Поисковые работы в Америке ведутся почти везде одним и тем же способом, так же, как и у нас.

После открытия россыпного золота вдоль русла, уступа, террасы или прибрежной полосы, способ поисковых работ будет зависеть не только от типа, глубины и физического состояния месторождения, но и от таких факторов, как месторождение и доступность для подачи материалов и топлива, относительная стоимость различных поисковых работ, количество имеющихся средств и вероятный способ эксплуатации. Если первоначальное открытие сделано старателем, располагающим небольшими средствами, то дальнейшее обследование месторождения ведется простым ковшевым опробованием или промывкой песка и гравия на роккере или же в «Длинном томе» (удлиненный рокер). Обычно старатель обрабатывает материал россыпи вручную. При таких условиях поисковые работы и разработка самой россыпи совпадают во времени. Если золото находится в виде мелочи или же содержание его бедно, то можно ожидать найти более богатое золото вдоль потока, если россыпь недавнего происхождения. Если же россыпь древнего происхождения, то современное русло может отличаться от того, которое имело место при образовании россыпи, и может даже идти в противоположном направлении. Во всяком случае наиболее крупное золото с самым богатым содержанием может быть найдено вблизи коренного источника золота.

Поэтому старатели обычно работают вверх по течению ключа или вверх по склону от места первоначального открытия.

Так как самая богатая часть россыпи обычно встречается на плотике и во впадинах его, то обычно стараются итти всеми выработками по плотике, а сами выработки располагать по путям современной эрозии. Если на открытом месторождении предполагается добыча в крупном масштабе, например, разработка гидравлическим способом, драгами, паровыми лопатами или же канатными экскаваторами, и это связано с крупными капитальными затратами, то вслед за открытием и первоначальной поисковой разведкой обычно ведут систематическую разведку, позволяющую также установить необходимое для горных работ оборудование. Разведочными работами оконтуривают глубину залегания песков, выявляют общую массу наносов, а также среднее содержание золота в россыпи, размещение промышленного золота, характер наносов и характер плотика.

Обычным способом поисковых работ служит разведка канавами, шурфами, дудками и бурением скважин. Каждый из этих способов имеет специальную область применения; однако на каждом россыпном месторождении можно с успехом пользоваться одновременно несколькими способами разведки как на случай изменения условий, так и для проверки результатов, полученных одним из способов.

От характера залегания в значительной степени зависит система, по которой должны быть расположены шурфы или скважины. Поскольку это бывает трудно установить в самом начале работ, то линии скважин обычно задаются на значительном расстоянии друг от друга. По данным скважин можно составить себе некоторое представление о характере и направлении промышленной части золотой россыпи.

Затем уже на основании результатов предварительной работы ведется более детальная разведка более частыми шурфами или скважинами, для установления промышленных границ и подсчета запасов золота.

Если россыпное месторождение отличается большими размерами в ширину, то шурфа или скважины предварительной разведки могут быть расположены по углам квадратов; если же месторождение длинное, узкое и идет струей, то задаются линией скважин или шурфов под прямым углом к измерениям длины, т. е. поперек долины.

Разведка шурфами обычно является самым дешевым и точным методом опробования неглубоких месторождений с малой водоносностью. Для глубоких россыпей или при наличии очень большого притока воды лучше всего применять канатное или штанговое бурение, при помощи ручных или механических буров. При большом притоке воды стоимость разведки шурфами будет высока и точность опробования будет сомнительной, благодаря размыву и обрушению боков и присутствию посторонних обогащающих материалов.

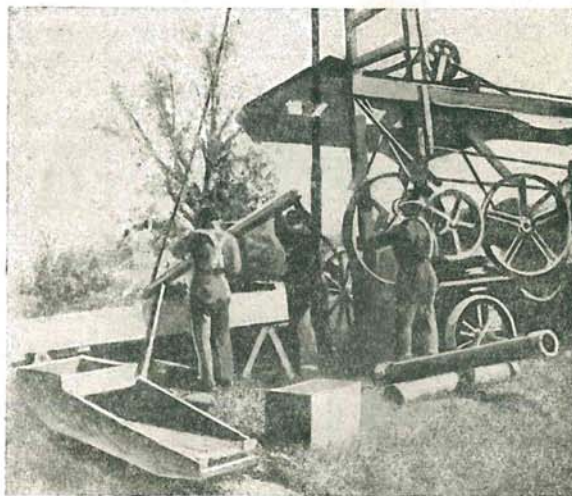
Каждая проба берется с определенного погона, напр. 25 см, и промывается в ковшах или в рокерах. По количеству извлеченного золота и объему пробы исчисляется среднее содержание на единицу объема слоя (на 1 м³). При правильном подсчете среднего содержания всех проб дан-

ного шурфа или скважин выводится среднее содержание в породе на каждую единицу объема участка, представленного этой скважиной.

Определение промышленной ценности россыпи до ее разработки представляет сложное дело, так как существует много источников ошибок, влияющих на подсчет. Последние могут быть вызваны несовершенной техникой опробования, неправильным истолкованием результатов разведки и характерных отличий месторождения в той части, которая находится вне контроля исследователя. Для получения соответственных результатов необходимы опыт и глубокий анализ всех обстоятельств и всех местных условий.

Если результаты разведки подытожены и продуманы правильно, тогда можно серьезно судить о характере залегания россыпи, о распределении золота, о том, каким способом лучше всего разрабатывать россыпь и какое оборудование будет наиболее выгодным и подходящим.

Самые важные факторы, которые надо точно и аккуратно определить разведкой, — это величина площади промышленной россыпи, глубина ее, общий объем материала и, наконец, содержание золота в 1 т россыпи. Далее надо определить глубину и характер торфяного покрова, лежащего над слоем золотоносного песка, и способы удаления этого покрова; характер и рельеф почвы или «постели», на которой лежит слой золотоносного песка (гравия), прикрытого сверху, как я уже сказал, довольно мощными торфяными образованиями, грязью и илом. Затем надо определить характер вечной мерзлоты, присутствие прослоек глины, валунов, крупных древесных стволов, которые в некоторых местах могут помешать дражным работам.



Фиг. 8.

Буровой станок Кийстона и рокер для промывки проб в районе Шаста, Калифорния.

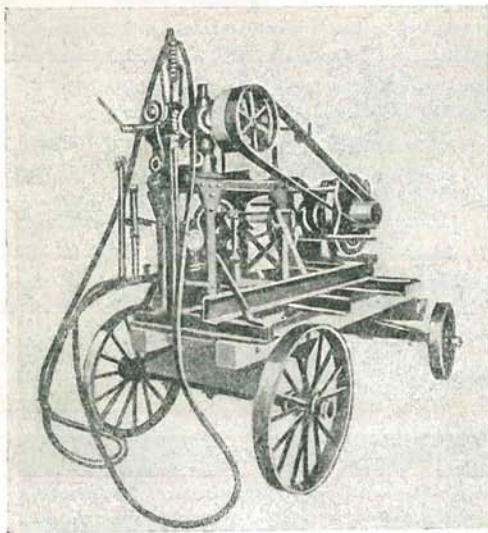
Для того чтобы определить все это, разведку ведут разными способами. Там, где это возможно, пробивают шурфы, роют канавы (траншеи). В глубоких россыпях и там, где вода даже зимою мешает прорытию шурфов и глубоких траншей, с успехом применяется разведочное бурение. В талом грунте разведочное бурение ничем не отличается от обычного бурения при помощи станков Кийстона или Юнион Дрилл.

В вечномерзлом грунте требуется особая специально поставленная разведка, о которой считаю нужным сделать несколько более подробных замечаний.

Как общее правило, разведка в вечномерзлой почве ведется зимой, когда удобнее рыть шахты и канавы почти во всем грунте, — даже в обводненном грунте стенки зимой не обрушаются. Бурить на большую глубину и летом и зимой приходится в мерзлоте, стало быть условия проходки почти не зависят от времени года. Зато зимой гораздо легче работать на болотистых местах или обследовать дно речек и ручьев; бурильные станки легко перевозить по замерзшему болоту и очень удобно бурить со льда русло замерзшей реки, чтобы обследовать россыпи на ее дне. Конечно нужно позаботиться о том, чтобы был пар в распоряжении бурильщика и станок был прикрыт каким-нибудь деревянным отапливаемым балаганом, тогда зимой можно работать в самые жестокие морозы.

Считаю не лишним сказать несколько слов о разведочных шахтах, как они устраиваются в Аляске.

Оборудование для обычной зимней разведки состоит из небольшого котла в 5—6 л. с., поставленного на санях, затем из рукава для проводки



Фиг. 9.

Станок Калликс для колонкового бурения.

пара и трубки или стального пустотелого стержня с долотом на конце, который называется «пойнтом» и загоняется в мерзлую землю ударом молотка. Затем ручная лебедка является необходимой принадлежностью оборудования, которое обычно стоит от 300 до 500 долларов, а если покупается из вторых рук, то и дешевле.

Два человека обычно заняты в такой установке, причем один работает наверху, а другой в шахте, которая имеет диаметр 91—107 см, как раз, чтобы можно было пролезть в нее и попеременно работать в ней.

Способы оттаивания и углубления такой шахты (колодца) зависят от характера россыпи. Верхнее покрытие из торфа-грязи, называемое здесь «тундрой»,¹ легко может быть удалено при помощи кирки и лопаты, даже и без оттаивания, но для скорости оттаивают и замерзшую грязь, торф и пр. Затем уже идет мерзлый гравий, который обязательно надо оттаивать. Некоторые делают это постепенно, оттаивая только несколько метров в глубину, а затем удаляя из шахты талый гравий. Некоторые сразу загоняют стальную трубку или «пойнт» до самой постели или почвы и оттаивают сразу всю шахту на всю ее глубину. Иногда скважину в мерзлом гравии пробуривают буром, а потом вставляют простую трубку. Работая тем или иным способом, можно идти шахтой на глубину 23—24 м, для большей глубины требуется уже паровая лебедка и лучшее стандартное оборудование.

Там, где нет вечномерзлого грунта, но зато есть неглубокие обводненные россыпи, там также всего удобнее рыть разведочные шурфы зимой и давать стенкам промерзнуть по мере углубления в водоносную почву. Пока стоят морозы, такой шурф почти никогда не обвалится, но вести работу сразу можно на небольшую сравнительно глубину, давая возможность шурфу каждый раз хорошо промерзнуть. Поэтому возможно одному человеку вести углубку нескольких шурфов сразу — пока роется один, другие промерзают.

В обычных условиях проходка разведочного шурфа не более 2,4 м глубиной обходится в среднем 2,5 доллара за 1 м. Далее стоимость резко повышается. Так в Номском районе шурфы глубиной от 10 до 15 м обходятся 11,4 доллара за 1 м глубины при размерах шурфа 1,2 × 1,2 м. В районе Фербэнкса шурфы роют сечением 1,2 × 1,5 м глубиной до 7,5 м, и 1 м проходки стоит 8,3 доллара. Некоторые разведочные шурфы на Голдстрим Крик вырыты глубиной до 30 м, размерами 1,2 × 1,8 м и в среднем обошлись около 27 долларов за 1 м проходки.

В Калифорнии и Аляске разведка ведется обычно следующим образом.

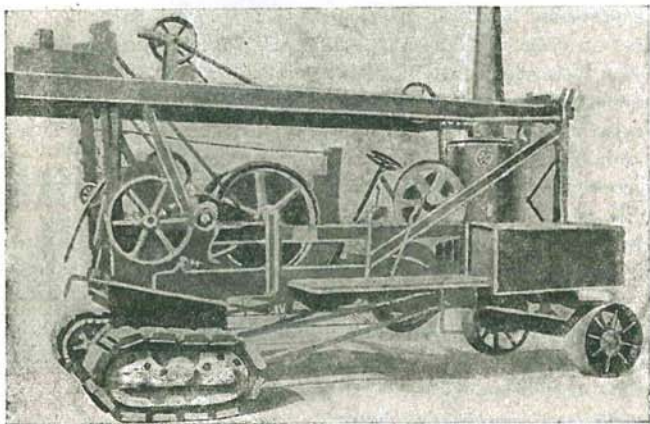
Когда роют разведочный шурф, то стараются не только отбирать образцы песков и промывать их, но считают необходимым постепенно промывать весь извлекаемый гравий, так, чтобы иметь точную характеристику каждых 7,5—15 см проходки.

¹ Одно из многих слов, оставшихся от русских.

Поэтому считают, что разведка при помощи шурфов и при наличии достаточного количества воды для промывки дает лучшие результаты, чем бурение разведочных скважин обычного стандартного типа, диаметром долота в 10 см.

Если разведку делают не для того, чтобы потом разрабатывать россыпи гидравлическим или дражным способом, а хотят вести шахтные подземные работы, то обычно шурф делается более широким, так, чтобы впоследствии он мог служить эксплуатационной шахтой. Когда такая шахта доходит до постели или до почвы, на которой лежит золотоносный гравий или песок, то идут разведкой в обе стороны от шахты двумя штреками. Штреки делаются 1,5—1,75 м высотой, из которых 0,3—0,6 м находятся в самой почве, а остальные 1,5 м в песке и гравии над почвой. Это делается потому, что самые богатые золотоносные пласты лежат как раз над почвой и даже в самой верхней ее части. Образцы отбирать в этих случаях надо особенно аккуратно и после помывки принимать во внимание все неровности почвы или, как ее здесь называют, «скалстой постели». При проводке штреков в Аляске пользуются стальными «пойнтами» для парового оттаивания почвы и гравия. Если разведка дала хорошие результаты, то шахта выравнивается и крепится, штреки расширяются и доводятся до границ участка. Из концов обоих штреков закладывают в обе стороны поперечные орты, из которых начинается очистная добыча сплошным забоем по направлению к шахте. Линия забоев все время остается перпендикулярной к штрекам, по которым при помощи вагонеток или тачек производится откатка добытого гравия до барьи, находящейся в шахте.

Если разведка ведется в Калифорнии при помощи станков ударного (канатного) или вращательного типа, то работа не представляет особых трудностей. Требуется только аккуратность при возможно более частой отборке образцов. В Аляске в грунте с прослойками мерзлоты надо быть



Фиг. 10.

Буровой станок Кийстон.

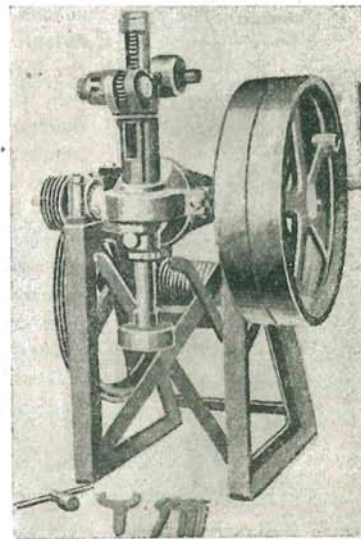
еще более аккуратным, чтобы во-время взять пробу и закрепить обсадные трубы.

В сплошном мерзлом грунте обычно оттаивают 1,2—1,5 м, а затем проходят бурением на эту глубину. Оттаивание производится при помощи воды, которая прокачивается насосом через бурильные трубы и долото. Когда доходят до золотоносного грунта, то оттаивают, а затем проходят небольшие интервалы по 0,3 м, не более, а еще лучше по 15 см, чтобы можно было брать точные образцы пород для исследования. Крепление обсадочными трубами в сплошном мерзлом грунте не всегда требуется, тем более, что трубы примерзают к станкам скважины, и их иногда приходится оттаивать горячей водой или паром.

Если нет обсадочных труб, то нужно быть особенно внимательным при получении образцов, потому что стенки обваливаются и проба может быть взята не с забоя, а частью из обвалившегося материала. Разведочное бурение обычно ведется скважинами, отстоящими друг от друга не более как на 60 м в одном ряду, причем ряд отстоит от ряда на 120 м, не более. В мелких россыпях бурят скважины на расстоянии 7,5—15 м друг от друга, иногда в шахматном порядке.

В практике Аляски редко употребляют ручные бурильные станки. Обычно работают ударного типа станками с диаметром долота в 10 и 15 см и с приводом от паровой машины или двигателя внутреннего сгорания. Размер и тип станка зависят от характера месторождения, глубин залегания и пр. Тяжелые 6-дюймовые (15-см) паровые станки употребляются для глубоких россыпей, или когда бурение ведется в тяжелых условиях работы. Такие тяжелые станки весят от 8 до 10 тонн и стоят от 4000 до 5000 долларов каждый. Легкий 4-дюймовый (10-см) станок весит от 1 до 3 т; он приводится в движение от мотора (нефтяного или газолинового), и все это оборудование стоит от 900 до 1300 долларов. Конечно, тяжелые паровые станки работают скорее легких, но они не везде могут так легко пройти, особенно по болотистой местности.

Когда станок прибыл на место бурения, колеса блокируются и станок крепится при помощи специальных приспособлений. Требуется всего 40 минут, чтобы продвинуть станок на



Фиг. 11.

Алмазный станок Крелиус.

60 м до следующей скважины и закрепить его в положении, обеспечивающем удобную и быструю работу. Подрядчик за проходку в мерзлом грунте без крепления обсадными трубами берет от 75 центов до 1 доллара за 0,3 м. В талом грунте, где обязательно нужно крепление, берут от 1,25 до 1,50 доллара за 0,3 м до глубины 15 м. Далее до 22,5 м расценка повышается до 2,50 доллара, а от 22,5 до 30 м считается по 3 доллара за 0,3 м.

За 10 часов в мерзлом грунте можно пройти одну скважину до 24 м глубиной или кончить две по 15 м. В талом грунте более 13,5 м за 10 часов пройти трудно.

В последнее время в употребление входят 6-дюймовые вращательные станки, на которых в некоторых местах Аляски считают, что работать удобнее.

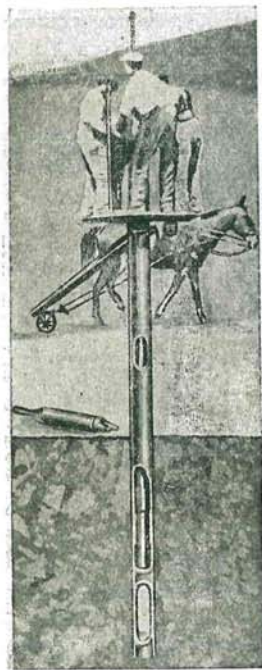
Как было уже сказано, работа по разведочному бурению ведется подрядчиками, которым платят или за 1 м проходки по специальной шкале, или поденно; в Фербэнксе платят по 50 долларов за станок и команду в день, при 9-часовой работе.

Если употребляются легкие 4-дюймовые (10-см) станки, то, конечно, работа обходится дешевле, но в Аляске считают, что 4-дюймовая скважина мала для хорошей разведки.

В употребление за последнее время вошли колонковые вращательные станки, которые работают быстро, дают приличную пробу и могут быть рекомендованы для неглубоких россыпей. Вес такого станка несколько более тонны, помещается он на колесах и легко может передвигаться. Три человека, работая на таком станке, легко бурят скважины в 22,5 м за одну смену — 10 часов.

Буровой станок Кийстон ударно-канатного бурения состоит из следующих главных частей: мачта с блоками, балансирующая рама с блоками, желоночная лебедка, долбежная лебедка, паровая машина и паровой котел. Вместо паровой машины применяется также двигатель внутреннего сгорания.

При разведке россыпей наиболее употреблен Кийстон № 3 для бурения скважин 10 см в диаметре до глубины 50 м. Общий вид самоходного станка Кийстон представлен на фиг. 10: на передней оси — гусеничный ход; паровой котел и паровая машина установлены в задней части станка. В станках новейшего типа



Фиг. 12.
Общий вид бура Эмпайр.

имеется устройство для вращательного движения с промывкой забоя скважины.

Алмазный станок Крелиус, тип АВ, состоит из собственного станка Крелиус (фиг. 11), насоса и двигателя мощностью в 8 л. с. (число оборотов — 450). Насос — плунжерный, 2-цилиндровый, вертикального типа, для давления до 30 атм. Насос приводится в действие тем же двигателем, что самый станок. Подача воды 60 л в минуту; при 70 об./мин. станок требует 5,2 л. с.

Из ручных буров для разведки россыпей наибольшее распространение получил бур Эмпайр как 4-дюймовый (10-см) так и 6-дюймовый (15-см). На фиг. 12 показан общий вид бура Эмпайр во время бурения с применением конного привода. Колонна обсадных труб, приводимая во вращение людьми или лошадью и имеющая на своем нижнем конце зубчатый башмак, постепенно осаживается в пробуриваемый грунт под давлением веса самого бура и веса людей, стоящих на площадке, которая укреплена на верхнем конце осадной колонны; помимо того, осаживание вращающейся колонны производится ударами деревянной бабы о забивную шляпку. После каждой осадки труб (на 20 см) столбик породы, вошедшей в трубу, извлекается желонкой, причем для разбурки столбиков породы употребляется долото.

В виду небольшого веса отдельных частей бура Эмпайр он может транспортироваться и на вьюках.



Фиг. 13.
Старатели в пути на прииски.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

Подготовительные работы в вечномерзлых грунтах

В отличие от наших трудных условий, постоянная мерзлота почти не встречается на Тихоокеанском побережье Аляски, за исключением немногочисленных изолированных площадей, покрытых мохом, торфом и наносами (ил, грязь и пр.).

В средней части Аляски весь грунт промерз до самой скалы, иногда на 120 м в глубину. В таком положении находятся золотые россыпи к востоку и северу от Аляскинского хребта, в Юконском и Кусковимском бассейнах (рек) и на полуострове Сьюарда. Неглубокие речные россыпи, в особенности те, которые не покрыты мохом и грязью и состоят из слоя гравия (песка) 3—3,6 м глубиной, обычно не бывают вечномерзлыми. Точно так же русла рек, продольные отложения гравия по краям долин и неглубокие речные россыпи часто не бывают вечномерзлыми: они оттаяли вследствие естественного дренажа, но не сплошь, а более или менее определенными полосами вниз по течению водных потоков.

Обычно оттаявшие пространства легко узнать, так как они покрыты густыми ивовыми зарослями; в особенности это часто наблюдается на полуострове Сьюарда (район Номе). Кроме вечной мерзлоты встречается и обычная сезонная, зимняя мерзлота, которая проникает в почву на глубину 1,0—2,4 за зиму. Этот мерзлый слой оттаивает весной довольно медленно и при работе драгами отваливается большими глыбами, что очень затрудняет работу драг весной.

Мерзлый грунт, если он состоит из грязи, заключает в себе от 25 до 40% органических веществ и до 60% льда. Мерзлый гравий содержит обычно от 10 до 20% льда. В некоторых случаях полости в гравии бывают заполнены кристалликами льда — это состояние называется в Аляске «сухой заморозью» и облегчает работу по извлечению гравия.

Юконская золотопромышленная компания¹ поручила своим инженерам провести физическое обследование мерзлой почвы. Этот анализ дал следующие результаты:

¹ Yukon Gold Co.

Температура вечномерзлой тундры и гравия почти постоянна зимою и летом от -4 до -7° С. Верхний слой летом оттаивает, но это почти не отражается на температуре общего мерзлого массива. Удельный вес мерзлой тундры — около 1,329, причем $0,028 \text{ м}^3$ тундры весит около 39,4 кг, из которых 22,2 кг падает на твердые части. По объему твердые части занимают 31,9%. Удельный вес промерзшего гравия определяется в среднем в 2,189, а оттаявшего и просушенного — в 2,691. В мерзлом гравии в среднем содержится 16% льда по весу, а по объему — 29,1%. Как уже было сказано, золотосносный гравий или песок в Аляске обычно открыт поверхностным слоем черного болота (тундры), состоящего из смеси торфа, грязи, песка и гравия. Сверху, идет слой мха и дерна в 0,6 м толщиной; этот слой является обычно непроницаемо-изолирующим покровом для лежащих ниже пород. За исключением случаев, когда разработка будет вестись шахтами или будет применено искусственное водяное или паровое оттаивание, необходимо снять этот покров. Затем лучше всего, как показала практика, снять и убрать второй поверхностный пласт грязи (болото), чтобы обнажить залегающий под ним чистый гравий. Если это сделать за некоторое время до разработки, то гравий оттает сам собою, потому что над ним не будет изолирующих слоев и мха. «Верхний» гравий также выгодно убрать по тем соображениям, что в поверхностных его слоях содержится очень мало золота, и нет никакого расчета пускать в промывку этот «настоящий» грунт, лучше смыть его. Эта уборка уменьшает количество материала, который будет подвергаться обработке более дорогими методами. На эти подготовительные работы в Аляске обращают большое внимание: операции по вскрышке поверхностных пластов играют здесь такую же роль, как подготовка к открытым разработкам медных руд в шахте Юта или угля в штате Огайо.

Самый верхний моховой или дерновой покров снимают летом или осенью, когда он оттаял. Снимают его ручным способом или же пропахивают плугом, прорезают паровым резаком или, наконец, сбивают водой под давлением. Затем приступают к снятию ниже лежащих слоев болота, что лучше всего делать или поздней осенью, по окончании регулярной добычи, или в период весеннего половодья. Грязь легко оттаивает от соприкосновения с воздухом или с водой, но она в большей части перемешана с глиной, гравием, песком, корнями деревьев, и требуется большое количество воды, чтобы смыть весь верхний покров. Поэтому летом, когда в Аляске воды мало, нельзя успешно заниматься этими работами. Самым лучшим способом съемки поверхностных пластов ила и грязи является проведение воды из реки или из канавы на головную часть участка, который надо очистить (фиг. 14).

По участку, начиная с верхней его части, устраивают небольшие продольные и поперечные канавы, на расстоянии 3,6—7,5 м друг от друга. Конечно, придется проделать легкую нивелировку, чтобы определить направление канав и нижнего приемного канала, при среднем уклоне от 1

до 2%. Затем в головной части участка пускают воду в эти канавки. Вода постепенно оттаивает и размывает болото, увлекая материал в нижний приемный сток или в реку.

Конечно, далеко не весь материал будет увлечен вниз по течению. Приходится работать брызгалом или водобоем, который в Аляске называют джиантом. Работа брызгалом (водобоем) смывает породу и помогает гнать ее вниз по течению. Однако, всю породу смыть не удастся сразу, потому что остаются промерзлые глыбы и гребни, которым надо дать две-три недели времени на оттаивание, а потом уже смыть водобоем. Корни и стволы деревьев остаются после работы водобоем и должны быть удалены ручным способом, точно так же, как старые бобровые плотины.

Таким образом применяли водяную съемку в местности, называемой Кэндль Крик, где съемка дерна и мха обошлась по 10 центов за 1 м^3 , а смывание слоев грязи, глины и ила было проделано в один сезон и обошлось в среднем около 10 центов за $0,75 \text{ м}^3$. На Голдстрим Крик дерн и мох были сняты скрепером системы «Бэгли» (скребком). Затем при помощи канав и водобоев с 10-см насадками смыли грязь и ил (фиг. 15).

Для проводки воды к водобоям употреблялась брезентовая кишка диаметром 12,5 см. Всего снято было $25\,500 \text{ м}^3$ болота по цене около 15 центов за 1 м^3 .

В Клондайке, где воды бывает много, там поверхностный слой мха и дерна снимается гидравлическим способом при помощи 5-см водобоев, и работа стоит около 5 центов за 1 м^3 — дешевле, чем при механической вскрышке.



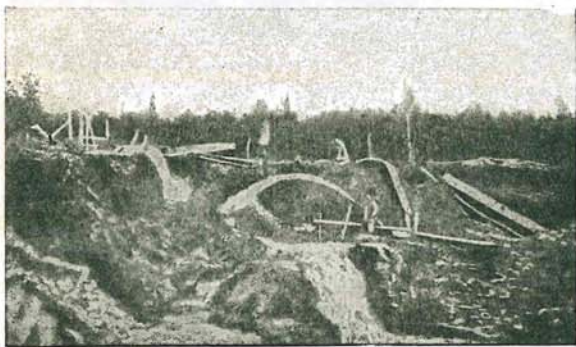
Фиг. 14.

Смывание
поверхностных
слоев тундры
(т. е. торфов)
в Аляске.

Уборка слоев грязи и ила там обходится дешевле, чем в других местностях Аляски, потому что работы ведутся в больших размерах, на обширных площадях, с применением огромных количеств воды. Северо-западная компания сняла около 2,5 млн. м³ грязи (болота), причем работа эта обошлась по 8 центов за 1 м³.

Юконская компания (Yukon Gold Co) произвела в том же районе большие работы по очистке и уборке поверхностных слоев грязи и ила, и уборка обошлась ей в 10,5 цента за 1 м³. Эта компания применяла канавный способ смывания болота, а зачистка и уборка делались 12,5-см водобоями.

Когда грязь и ил смыты, приступают к оттаиванию гравия и почвы (постели). Для этой цели употребляются различные средства в зависимости от того, каким способом будут вести дальнейшую работу: гидравлическим способом, дражным, открытыми разрезами или иными методами. Если эксплуатация будет вестись открытыми разрезами или при помощи драг, то прежде всего надо определить, вся ли площадь является промерзшей и нет ли проталин, которых не нужно оттаивать. Проталины всегда встречаются в гравии там, где имеются естественные водяные протоки. Чтобы узнать, где проталины и велики ли они, предполагаемая к разработке площадь обследуется путем забивания стальных стержней (щупов) или путем бурения разведочных скважин. Затем на основании этих данных составляют карту, на которой красками обозначены оттаявшие пространства гравия и находящейся под ним почвы, которая в Аляске называется «постелью». Те места, которые на карте показаны вечномерзлыми, нужно искусственно оттаивать. Эти места имеют весьма причудливую форму очертаний и занимают около 80% общей площади. Сначала, конечно, нужно определить то количество воды, которое понадобится для оттаивания выясненных на карте мерзлых площадей, мощность каковых выяснена бурением или щупами. Расчет теплоты, потребной для оттаивания 1 м³ мерзлого гравия, очень прост, раз мы знаем вес 1 м³ его и сколько льда в нем



Фиг. 15.
Смывание тундры
(т. е. торфов) на
Кэндль Крик при
помощи водобоев.

находится. 1 м³ мерзлого гравия весит в среднем 2 т, содержит в себе около 182 кг льда, имеет температуру около -7° С. Если теплоемкость принять для твердых частиц гравия в 0,2 для льда в 0,5 и для воды в 1, то общее количество теплоты, необходимой для того, чтобы оттаять 1 м³ мерзлого гравия и довести его до температуры 2° С, определяется в 25 300 Cal.

Если бы мы протаивали определенное количество мерзлого гравия при помощи дров, угля или нефти, можно довольно точно подсчитать, сколько понадобится этого рода топлива для оттаивания 1 м³.

Рассмотрим все средства, которые употреблялись и употребляются теперь в Аляске для оттаивания мерзлого гравия. Способ оттаивания при помощи раскаленных камней, который был очень распространен ранее, при шахтных разработках, теперь почти не употребляется. Оттаивание при помощи костров применяется еще и теперь в небольших шахтах и в некоторых случаях при работах открытыми разрезами, при оттаивании небольших пространств в талых россыпях, которые промерзают зимой. Способ оттаивания при помощи природных средств — теплоты воздуха и солнечных лучей — применяется довольно часто. Сначала, конечно, надо снять моховой или дерновой покров тундры, а затем очистить грязь и ил поверхностного пласта способом, который был описан выше. Мерзлый гравий, не имеющий естественного дренажа, будет постепенно оттаивать, но очень медленно, — за сезон оттаит на 0,9—2,1 м в глубину.

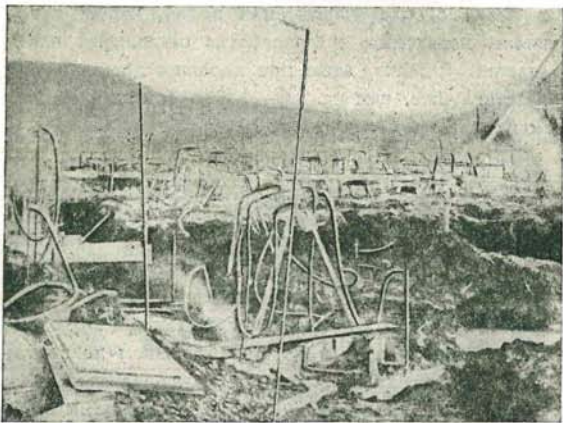
Там, где есть естественный дренаж или устроены в почве или в постели искусственные дрены, чтобы дать воде сплыть из отстоявшего гравия, там скорость таяния сильно увеличивается и оттаивание достигает до 3,6—3,9 м в глубину. Оттаявший гравий надо убирать или снимать в конце или середине сезона, так как иначе он опять замерзает за зиму. Поэтому в начале сезона, при работе драгами или открытыми разрезами, надо оттаивать головную часть отвода паром или водой, чтобы затем в середине лета, не раньше, переходить к разработке оставшейся части естественно оттаявшего пласта. Однако, даже при хорошем дренировании гравий никогда не оттаивает глубже, чем на 3,6—4,5 м, оставить же его на зиму нельзя, так как он снова промерзнет.

Кроме того, метод «натурального» оттаивания ненадежен, потому что остаются частично неоттаявшие места, а постель (почва) почти никогда сама по себе не оттаивает. Работать драгой в таких условиях очень трудно, но при разработках открытыми разрезами естественное оттаивание имеет смысл. При работе драгами естественное оттаивание только тогда применимо, когда работа ведется в широком масштабе и непротаявшие места будут точно определены и, так сказать, «дотаяны» при помощи пара или воды. Такое комбинированное оттаивание в крупном дражном хозяйстве оправдывает расходы по съемке верхних пластов и по дополнительному паровому или водяному оттаиванию. Вообще же говоря, сплошное паровое

вое или водяное оттаивание является средством более серьезным, более сильно действующим и применяется все шире и шире. Водяное оттаивание пока еще дело сравнительно новое, и его недавно стали широко применять. Паровое оттаивание применяется уже довольно давно. Пар для этих целей употребляется под давлением 7—10,5 атм. и получается от передвижного локомобильного котла, мощностью от 100 до 400 л. с. Главный трубопровод изолируется, от него идут главные ответвления и боковые трубы. На последних насажены так называемые «батареи», а от них идет по 4—8 рукавов, соединенных с паровыми штангами или со стержнями. Вся эта система паропровода снабжена соответствующими вентилями (фиг. 16).

Паровые стержни или штанги называются в Аляске паровыми «пойнтами».

Пойнты или штанги представляют собою стальную трубку, с толстыми стенками до 2,5 см диаметром и длиной 4,8—7,2 м. К нижнему концу трубки приварено простое или крестообразное долото, или бур из особо твердой стали с отверстиями, через которые проходит пар. К верхнему концу приварена солидная стандартная кованая головка, по которой во время работы ударяют тяжелым молотом. В грязи и мерзлом болоте паровая штанга сама протанавливает себе дорогу до гравия без ударов молотом по головке. Если грязь и ил были сначала сняты и разработку начинают непосредственно в гравии, там сначала употребляют до глубины 1,8—2,1 м простые короткие буры или «старторы». Их потом вытаскивают и пускают в ход паровые штанги. Так как сначала надо оттаить гравий, а потом забивать штангу, то один человек обычно работает с несколькими паровыми штангами, углубляя каждую из них на 0,6—0,9 м в час. Работа ведется при помощи тяжелого молота, которым бьют по головке штанги, слегка



Фиг. 16.

Работа по оттаиванию вечномерзлого грунта при помощи пара.

поворачивая ее каждый раз. При этой работе надо употреблять лестницы или козлы (фиг. 17), пока штанга не углубилась в почву.

Однако, при очень глубоких россыпях и этот способ не всегда облегчает работу. Штанги приходится употреблять длиной по 12 м и более и они сильно прогибаются, если загонять их крепкими ударами молотка по головке.

Если даже пользоваться стартором, то положение мало улучшается.

Штанги обычно размещают на расстоянии от 3 до 4,2 м друг от друга в зависимости от свойств и глубины почвы. В зависимости от этих же факторов оттаивание берет от 10 до 40 часов, причем пар закрывают часов на 6 раньше, чтобы почва пропарилась оставшейся теплотой. После этого проверяют щупами, не осталось ли неоттаявших мест между штангами, и забивают добавочные штанги в обнаруженные неоттаявшие места.

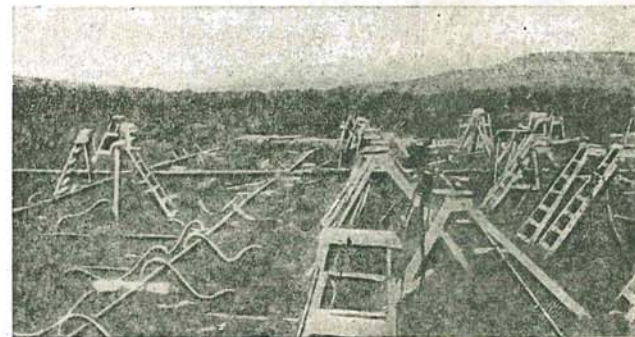
Гравий удалось успешно оттаивать на глубину до 12 м, но замерзшая глина оттаивает много медленнее и хуже.

Стоимость первого оттаивания довольно высока. Считают, что в среднем оно обходится около 20 центов на 1 м³ и составляет почти половину всей стоимости драгирования. Юконская золотопромышленная компания¹ по данным последних лет работала при стоимости оттаивания паром в 24,93 цента за 1 м³ или в 46,5% всей стоимости работы драгами. На Кэндл Крик было применено паровое оттаивание россыпей сплошного промерзшего гравия в 4,2 м глубины. Был поставлен паровой котел, мощностью в 150 л. с., который обслуживал 95 паровых штанг. Оттаивание обошлось дорого — около 40 центов за 1 м³.

Поэтому прибегают к помощи разъемных наковален, одна из которых изображена на фиг. 18.

Наковальня эта представляет собой большую стальную муфту с отверстием, равным наружному диаметру трубки или штанги. Муфта эта разрезана пополам по длине и очень похожа на тяжелый спайдер, какие употребляют при бурении для захвата труб.

¹ Yukon Gold Co.



Фиг. 17.

Оттаивание вечномерзлого грунта на Оттер Крик, Айди-город.



Так же, как и спайдер, или, вернее, как вкладыши спайдера, муфта имеет внутреннюю насечку для того, чтобы захватить штангу и держаться на ней.

Муфта или наковальня снабжена хомутами, которые, так сказать, «запирают» ее на штанге, и двумя ручками для поворачивания при проходе.

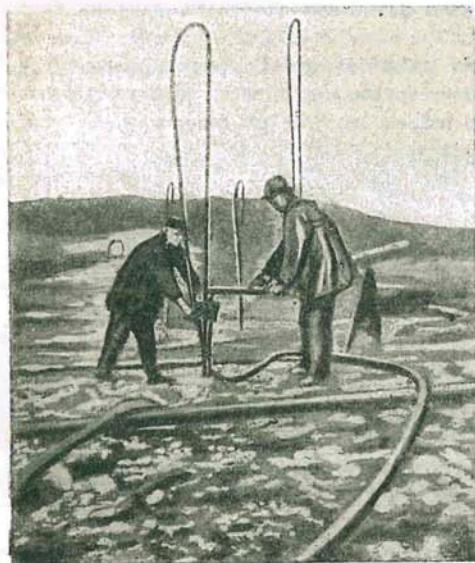
Во время работы один человек бьет молотком по верхнему расширенному концу муфты, представляющему собой действительно «наковальню», а другой поворачивает штангу и долото при помощи ручек на муфте.

Когда углубятся на 0,6 м в породу, переставляют муфту или наковальню вверх по штанге и после оттаивания снова загоняют штангу в грунт ударами молота.

Так продолжают до конца россыпи, т. е. до скалы (постели).

Паровое оттаивание впереди драги уступает теперь место оттаиванию водой, которая действует медленнее, но лучше, вернее и много дешевле.

Воду употребляют горячую или холодную. При употреблении горячей воды пользуются такими же штангами и системой труб, как и при паровом оттаивании, но работы идут лучше, скорей и дешевле почти в два раза, чем при оттаивании паром. Однако оттаивание водой без подогрева дало еще лучшие результаты и применяется теперь в Аляске в большем масштабе, особенно там, где нужно было сделать доступными для драгирования большие пространства малоценных россыпей, которые нельзя было оттаивать дорогостоящим паровым способом (фиг. 19).



Фиг. 18.

Работы с помощью разъемной наковальни в районе Номе.

В Аляске в большом ходу два метода оттаивания холодной водой. Один из них, так называемый метод Майлса, состоит в том, что штангу, аналогичную паровой забивают сразу во всю глубину россыпи до почвы, а затем начинают качать воду под давлением. Вода оттаивает и разрыхляет гравий кругом штанги, так что образуется нечто в роде неправильного цилиндра или даже усеченного конуса с широким основанием, находящимся внизу слоя гравия на самой почве. Вода обратно возвращается не вдоль штанги, а по периферии оттаявшего цилиндра, циркулируя вдоль мерзлой корки и непосредственно с ней соприкасаясь. Этим главным образом и объясняется успешность оттаивания вечной мерзлоты при помощи холодной воды. Конечно, бывают случаи, когда вода находит себе выход в боковых протоках, трещинах и подземных каналах. Тогда остаются нерастаявшие «kozy», которые надо найти щупами и оттаять промежуточными штангами.

Вода для оттаивания поступает под необходимым давлением из насоса или из трубопровода в главную магистраль оттаивательной системы, затем в ответвления, потом в рукава и, наконец, в водяные штанги, которые одинаковы с описанными выше паровыми штангами и забиваются таким же способом. Давление воды колеблется примерно от двух до пяти атмосфер. Во время процесса самого бурения или забивания штанги желательно прокачивать воду под большим давлением, чтобы легче было бурить и не было бы закупоривания каналов. Когда штанга забита до подошвы россыпи, тогда начинается оттаивание, и давление воды можно уменьшить, регулируя его сообразно условиям производительности. Температура воды зависит от температурных условий, но в Аляске даже летом трудно получить теплую воду, и приходится довольствоваться водой с температурой не выше 10°C . Вода, возвращающаяся наверх после проделанной работы оттаивания, обычно имеет температуру от 2 до 4°C . Необходимое для оттаивания количество воды зависит от многих обстоятельств: по опытам в Номском районе установили, что для оттаивания залежи гравия в 18 м глубиной нужно было накачивать 3790 л/мин. под давлением 5,2 атм. и при работе 100 водяных штанг сразу.



Фиг. 19.

Оттаивание вечно-мерзлого грунта при помощи холодной воды.

Работа по оттаиванию водой идет медленнее, чем при оттаивании паром, и два человека, работающих вместе, обслуживают в два раза большее количество водяных штанг, чем паровых.

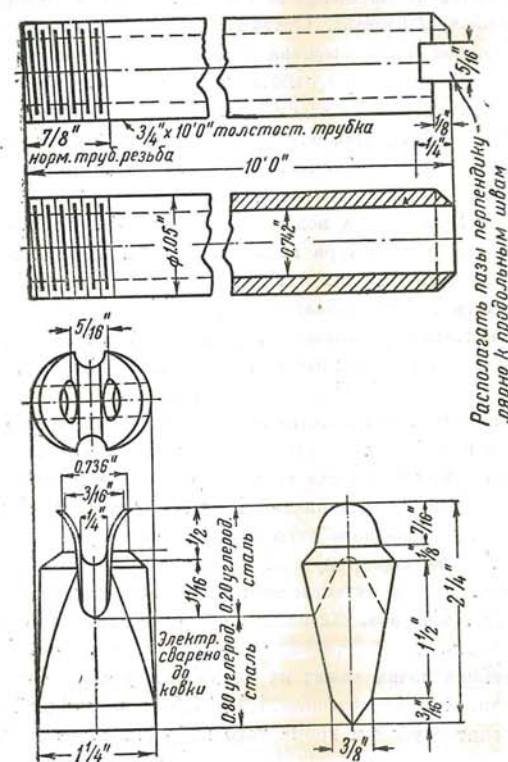
Так как почва под долотом должна несколько оттаять раньше, чем долото будет загнано дальше, то рабочие обслуживают штанги попеременно, забивая настолько, насколько она пойдет в то время как другие оттаивают. Одна штанга обычно забивается в час на глубину 0,15—0,6 м, и двое рабочих обслуживают сразу 10—12 штанг. Там, где приходится «крепко» забивать, употребляют разрезные наковальни весом до 32 кг, которые крепятся на штанги. Тогда не нужно бить молотом по головке штанги, она не так гнется, и не нужно кроме того употреблять лестницу. Там, где очень трудно проходить штангой, там зимой бурят скважины обычным буровым станком или ручным буром и после спускают трубку для оттаивания. Штанги обычно располагаются треугольником на расстоянии 2,4—4,8 м друг от друга. В Номе, где применяют предварительное бурение, а потом вставляют штанги, их располагают в шахматном порядке на расстоянии 9,6 м друг от друга. Расстановка штанг играет важнейшую роль при определении стоимости оттаивания, тем более, что забивание штанг стоит большого труда, в особенности там, где нужно предварительно пробурить отверстие в твердом грунте. Очень далеко ставить штанги друг от друга тоже нельзя, так как останутся нерастаявшие «kozy» и надо будет забивать добавочные штанги (фиг. 20).

Продолжительность операции по оттаиванию зависит от температуры воды, расстояний между штангами и от свойств россыпи. При расстановке на 2,4 м в обычных аляскинских температурных и грунтовых условиях, оттаивание продолжается 8 дней, при расстановке на 3 м — 12 дней и при 4,8 м — 15 дней. Оттаивание глубоких залежей в Номе, где сначала бурились скважины на расстоянии 9,6 м одна от другой, а затем вставлялись штанги, продолжалось 10 недель. В середине лета, когда температура воды выше, оттаивание шло успешнее. При оттаивании водой нет надобности снимать верхний покров мха и дерна и следующий за ним поверхностный слой ила и грязи, лежащий сверху гравия. При наличии этого изолирующего покрова уже раз оттаявшая почва, если ее оставить на зиму, промерзнет сверху на 0,6 м, не более. Это «сезонное промерзание» идет гораздо глубже в чистом гравии, если с него снято верхнее грязевое и дерновое покрытие, — неглубокий обнаженный гравий может на зиму снова промерзнуть до почвы или до постели. Но это замерзание — сезонное и идет сверху во время зимних холодов, сама же вечная мерзлота, раз она исчезла, никогда более не возвращается. При оттаивании водой нужно принять во внимание оседание оттаявшей почвы, что происходит от таяния льда, бывшего в вечной мерзлоте, и от свойств почвы. Надо наблюдать, чтобы оседание почвы не произвело поломки труб. После оттаивания водой гравий копается и промывается легче, чем при оттаивании естественными натуральными способами. Как пример оттаивания водой можно привести установку

на Оттер Крик, которая обслуживается 700 штангами и где успешно оттаивают гравий впереди драги емкостью черпаков в $3\frac{1}{2}$ куб. фута и производительностью около 1125 м^3 в сутки (22 часа). Речная россыпь состоит там из гравия с небольшим лишь количеством валунов. Гравий содержит немного глины, а подстилающая почва покрыта слоем вязкой глины, получившейся от разложения сланцев. Большая часть гравия покрыта пластом мха и дерна, толщиной 0,3—0,6 м; грязи почти нет. Средняя глубина драгируемой россыпи 4,5 м, есть протаявшие каналы и полосы, предварительно обнаруживаемые путем забивания стальных щупов до постели (почвы).

Вода для оттаивания берется из канавы в 6,4 км длиной, которая проходит по северному склону холма. Расход воды колеблется от 150 до 400 прискоковых дюймов.¹ От напорного ларя до крестовины идет трубопровод 540 м длины, в 17,5 см диаметром. Этот трубопровод соединяется затем с двумя 22,5-см распределителями. Каждый из распределителей

¹ Прискоковый дюйм — см. стр. 47.



Фиг. 20.

Штанга для оттаивания вечной мерзлоты грунта F. E. Co, № 71142.

имеет 90 м в длину и через каждые 3 м снабжен с обеих сторон соединениями, состоящими из патрубка, 7,5-см вентиля, колена и 12 м 7,5-см трубы, затем следует 6,25-см вентиль и 12 м 6,25-см трубы и, наконец, 5-см вентиль и 6 м 5-см трубы, так что вместе получается «прямая труба» в 30 м длиной. «Прямые трубы» имеют с каждой стороны отверстие через каждые 3 м с патрубком и 18-мм вентиляем, так что к каждой такой трубе можно присоединить 21 рукав и, стало быть, 21 штангу.

Стандартная 16-футовая (4,8 м), с солидной головкой штанга парового типа, диаметром 18 мм, с прямым буровым долотом и с отверстием 9 мм, забивается в грунт постепенно. Во время процесса бурения вода качается под полным давлением, затем буровая штанга вытягивается и вставляются 4,8-м свитера или оттаивательные трубки диаметром 9 мм. Головка снабжена 9 мм вентиляем, с которым соединена дюймовая водопроводная кишка (в четыре слоя резины). Эти свитера крепко не забивают. Оборудование включает 100 штанг и 700 таких свитеров.

В описываемой установке 8 человек в две 10-часовые смены загоняют до постели около 40 штанг, устанавливают свитеры и пускают в ход оттаивание на площади 368 м². Одному человеку поручается в среднем забивка 20 штанг. Оттаивание длится в среднем от 10 до 12 дней, хотя в периоды более высокой температуры оттаивание заканчивалось в 8 дней.

Давление при работе полным ходом было следующее: в главном трубопроводе — 2,24 кг/см²; в 9-дюймовом распределителе у верхнего конца — 2,03 кг/см², у нижнего конца там, где насажена труба, — 1,68 кг/см². На крайнем конце прямых труб давление было 1,33 — 2,03 кг/см². Давление у конца штанг не измерялось.

Температура воды в продолжение сезона колебалась от 4 до 12° С. Ночью температура воды снижалась. Весной впереди драги приходилось применять пар для оттаивания головной части отвода, чтобы можно было начать работу заблаговременно. Стоимость водяного оттаивания на этой установке определяют в 7 центов за 1 м³. Принимая во внимание стоимость подготовительных работ, ложившихся в 2 цента на 1 м³, надо считать, что 9 центов за 1 м³ является довольно приемлемой стоимостью оттаивательных работ. Из практики других фирм установлено, что стоимость оттаивания водой при естественной ее температуре не всегда так низка: имеется много примеров, где ее температура не всегда так низка: имеется много примеров, где оттаивание 1 м³ обходилось в 16 центов.

Все сказанное относится к работам по способу Майлса. Применяется в Аляске еще и другой «комбинированный метод» — Пирса, который заключается в естественном солнечном оттаивании вместе с применением воды. Сначала, как всегда, обследуют площадь или участок, который надо оттаять, и прощупывают его стальным щупом. В тех местах, где подстилающая почва лежит на наименьшем уровне, там отрывают несколько дренажных шахт сечением 1,5 × 1,5 м и глубиной до самой почвы. Шахты крепят срубом и кроме того набрасывают в шахты немного крупного бу-

лыжника, чтобы не было закупоривания породой. Затем всю оттаиваемую площадь заливают водой из речки по самым краям, делая по границам участка обвалование. По мере оттаивания грунта вода просачивается в сборные или приемные дренажные шахты и оттуда откачивается насосом обратно для продолжения дальнейшей циркуляции. Там, где природные условия в достаточной степени способствуют дренажу, там этот способ удается очень хорошо, и стоимость оттаивания 1 м³ составляет 5½ центов. Таким способом оттаивали площадь в 3680 м на Оттер Крик, в россыпи около 4,5 м глубины. Через 37 дней оттаивание дошло до 2,7 м в глубину. На полуострове Сьюарда небольшие участки гравия, не покрытые сверху толстым слоем грязи, с успехом оттаивались описанным способом Пирса. Мне же лично кажется, что способ Пирса недостаточен пригоден в условиях Аляски и Сибири. Его нужно известным образом дополнять способом Майлса и после оттаивания верхнего пласта гравия на глубину 2,1—2,4 м надо прибегать к штангам, чтобы вести оттаивание на большую глубину.

Если сверху снять моховой и дерновой покровы и удалить слой грязи и ила, то способ Пирса действует много лучше, но гравий все-таки плохо оттаивает на глубину более 3,6 м.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

Устройство водоснабжения

Вода играет огромную роль в развитии золотой промышленности, как у нас, так и в Америке. Для разработки золотых россыпей необходимо снабжение водой в значительном количестве и под достаточным напором.

В некоторых местах Аляски (юг и запад) имеются в наличии благоприятные условия для того, чтобы располагать достаточно большими количествами воды. На юге, где вода получается главным образом от таяния ледников, количество ее не уменьшается даже и летом, когда в Аляске вообще чувствуется недостаток воды. В Калифорнии воды всегда достаточно.

В средней части Аляски, в районе Фербэнкса, условия снабжения водой много хуже; снег весной быстро тает, и летом ощущается недостаток воды, так что приходится проводить воду с гор за 120 км от разработок.

Примерно то же наблюдается на полуострове Сьюарда, где также приходится вкладывать большие средства в сооружения, обеспечивающие правильное и постоянное снабжение водой.

Из наиболее старых водопроводов, существующих и работающих еще и поныне в Аляске, можно отметить так называемый «Миоцен Дич»¹ — канаву, которая имеет 64 км длиной и 3,6 м ширины. Эта канавка дает 3500 присковых дюймов воды. Присковый или водяной дюйм в Аляске применяется равным 1,5 (вернее 1,4994) куб. фут. (0,042 м³) воды в минуту, т. е. 40 присковых дюймов соответствуют одному кубическому футу воды в секунду (0,028 м³). Другой, тоже старый водопровод, так называемый «Ферхевен Дич»,² представляет собой канаву в 57,6 км длиной и 3,3 м шириной и дает 3200 присковых дюймов воды. Из водопроводов, построенных еще до войны, надо отметить водопровод от Томбстона до Бонанзы в районе Юкона. Он тянется на протяжении около 120 км.

Для питания этих водопроводов построены плотины, которые удерживают воду в прудах, а затем посылают ее на место работ через каналы, жолоба или сплотки и трубопроводы.

¹ Miocene Ditch—на полуострове Сьюарда.

² Fair Haven Ditch—на полуострове Сьюарда.

Место для плотины выбрать очень трудно. Плотина должна обеспечить максимум требуемого количества воды, а также напр. предусмотренный заданиями проекта.

Поэтому плотина должна захватить такой район дренирования, где можно уловить возможно большее количество воды. Затем ее надо расположить повыше и по возможности ближе к месту разработки; так же должны быть обеспечены наименьшие потери от просачивания воды в почву пруда и канавы, а это добиться в Аляске при ее вечномерзлом грунте очень трудно. Всего лучше, конечно, выбрать узкую долину с крутыми склонами, что дает возможность придать пруду наибольшую емкость при наименьшей площади просачивания и поверхности испарения.

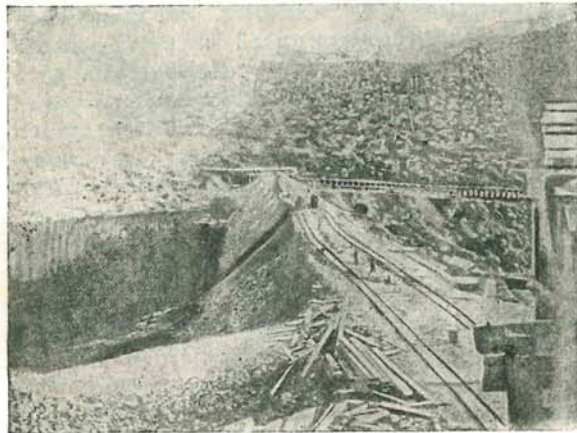
Все это очень трудно комбинировать, тем более, что плотина должна быть весьма прочной, чтобы ее весной не снесло полой водой, и в то же время достаточно дешевой, с наименьшей длиной и объемом.

Найдя подходящее и наиболее отвечающее всем требованиям место, производят съемку и определяют высоту плотины и ее поперечное сечение. Устраивается плотина примерно по тому же способу, как и у нас, с той только разницей, что работа в вечномерзлом грунте имеет свои специальные затруднения.

Плотины в Аляске делаются из земли, гравия, глинистого песка. Большие плотины составляются из ряжей — бревенчатых клетей, наполненных породой.

Каменных и бетонных плотин в Аляске, кажется, нет; в Калифорнии я видел их несколько.

Перед тем как насыпать плотину, вдоль основания ее роется канава глубиной в 1,8—2,4 м и шириной по ширине основания плотины. Часто, кроме того, забивают ряд или два шпунтовых свай со стороны верхнего



Фиг. 21.
Сооружение плотины
в Аляске.

откоса. Это делается для того, чтобы обеспечить непроницаемость соединения массива плотины с грунтом. Чтобы, с другой стороны, обеспечить непроницаемость самого массива земляной плотины, устраивают внутри ее непроницаемое глиняное ядро или делают глиняное покрытие на внутреннем откосе. Если плотина делается из торфа, что очень часто практикуется в Аляске, то глиняного ядра не требуется. Предельная высота земляных плотин считается теоретически 30 м, но редко бывают плотины выше 19,5 м. Ширина плотины по верху делается обычно равной высоте столба воды, т. е. напору воды за плотинной, и никогда не менее половины. Откосы делаются 2 : 1 или такие, которые отвечают естественному уклону в зависимости, конечно, от рода материала, из которого плотина сделана (фиг. 21).

Ряжевые плотины рубятся в Аляске из бревен в 25—30 см в диаметре, ряжи наполняют гравием или глиной. Между ряжами оставляют ворота или шлюз. Самую большую плотину можно видеть на Кеннион Крик в районе Санрайз.¹ Длина ее основания равна 13,5 м, толщина основания 36,9 м, ширина верхней части 12 м, а длина по верху — 36 м. Высота от дна пруда 24 м.

Для того чтобы поддержать постоянный уровень воды в пруде, он часто соединяется с двумя-тремя дополнительными резервуарами. Вода в этих дополнительных прудах или резервуарах скапливается весной, а летом ее перепускают в большой пруд, чтобы не было недостатка воды в засушливые месяцы.

Такой же способ практикуется и в Калифорнии: на прииске «Индиан Хилл» устроено три соединенных между собой пруда. Прииск лежит в районе Сиерры, в тридцати милях от Даувилля, и разрабатывает гидравлическим способом мощные залегающие галечников.

Иногда около пруда, на склонах гор, ставят на зиму деревянные щиты, чтобы образовать снежные наносы. Щиты — такие же, как ставят у нас вдоль линии железных дорог. Около щитов зимой образуются большие сугробы или гряды снега, который тает медленно, если лежит на северном склоне горы; ручейки от тающего снега текут в пруд и питают его продолжительное время. Такие загородки часто ставят длиной в 1,6 км и более и передвигают несколько раз зимой, чтобы образовать несколько длинных снежных сугробов. Таким образом почти до 1 августа запруды обеспечены водой.

Для подачи воды от резервуара (пруда) к месту потребления в Аляске устраивают водопроводы, которые обыкновенно состоят из открытых канав и сплотов, или деревянных желобов, до напорного ларя или напорного бака, а затем далее идет закрытый трубопровод — обычно стальной, но очень часто и деревянный. Железных трубопроводов совсем почти не делают.

¹ Canyon Creek. The Sunrise District. См. карту Аляски.

Тысячи километров открытых канав было проведено в Аляске в первые дни золотой лихорадки. Теперь многие из них оставлены и заброшены, и только часть из них еще эксплуатируется и то не полностью. За последние годы было прорыто сравнительно немного новых канав, и то по большей части небольших размеров и сравнительно небольшой длины. При проведении новых канав употребляются для работы паровые лопаты, тракторы, экскаваторы, так что стоимость работ теперь значительно уменьшена.

Главным препятствием для проведения канав и фактором, повышающим стоимость работ, служат вечно-мерзлый грунт и лед. В торфяном, замерзшем грунте надо употреблять особые способы прокладки канав и принимать особые предосторожности, чтобы канавы не разрушались при таянии мерзлого грунта. Необходимо, чтобы уклон канавы был очень небольшой, чтобы вода не текла с большой скоростью, иначе мерзлый торф тает очень быстро, и канавы приходится часто чинить.

Чтобы вода не просачивалась свыше допускаемой нормы в местах вечной мерзлоты, иногда покрывают дно и бока канав глиной или торфяным настилом и внимательно наблюдают за состоянием мерзлого грунта. Особенно тщательное наблюдение необходимо иметь в первые годы эксплуатации, и в эти первые годы поддержание канав в порядке стóит больших денег. Затем в последующие годы ремонт и наблюдение стоят много дешевле, что, конечно, благоприятно отражается на стоимости эксплуатации. Стараются проводить канавы по южным склонам гор потому, что эти места скорее оттаивают весной и раньше можно пустить в ход водопровод.

В незамерзшем грунте канавы делают обычных стандартных размеров. В замерзшем грунте их делают как можно более мелкими, но широкими, — раза три шире глубины, с уклоном стенок не более 45° , потому что бока постепенно обваливаются. Много труда нужно на поддержание канавы в порядке за 4—5 месяцев их эксплуатации во время сезона работ. С весны начинаются трудности со снежными заносами, которыми канавы бывают покрыты в нескольких местах. Заносы эти, или большие сугробы, тают очень медленно, и приходится рыть в них траншеи или даже целые туннели, чтобы пустить воду в канаву.

Когда весной в канаву пускают первый раз воду, надо смотреть, чтобы оттаивание боков канавы и дна ее не происходило очень быстро, иначе возможны прорывы и потери воды.

Затем в канавах бывает много грязи и ее надо чистить, иначе вода пойдет через края канавы. Чистку эту можно делать осенью или ранней весной. Летом, в сезон, никаких поправок или очисток грязи делать нельзя, так как нельзя останавливать работы на приисках ни на один час.

Осенью стараются как можно дольше использовать сезон и кончить работу как можно позднее. Но вода в канавах замерзает уже ранней осенью, поэтому стараются дать ей сверху замерзнуть, а затем искусственно понижают уровень воды на несколько дюймов ниже ледяной корки.

Вторая корка подо-льдом образуется не так скоро, и вода свободно течет ниже уровня первой корки. Как я уже говорил, много воды теряется в мерзлом грунте вследствие просачивания воды из канавы в грунт. С этим явлением необходимо усиленно бороться, и есть много различных способов, частично обеспечивающих от лишнего просачивания. Особенно сильны просачивания и другие неприятные явления в первые два-три года эксплуатации, и борьба с ними отнимает много времени и средств, что ложится тяжело на общую стоимость сооружения.¹

Стоимость прорытия новых канав зависит от местных условий и колеблется в пределах 1—1,5 доллара за 1 м³.

Проведение канавы вручную, дающей 100 присковых дюймов воды, обходится от 800 до 1500 долларов за 1,6 км. Канавы, способные дать до 1500 присковых водных дюймов, обходятся по 5000 долларов за 1,6 км. Постройка канав в Аляске стóит дорого, а поддержание их в порядке в первые пять лет эксплуатации стóит столько же, сколько их сооружение. Старые канавы в эксплуатации стоят много дешевле, и поэтому стараются их приспособить к теперешней работе.

Из наиболее известных 52 канав самой большой является канава Мионценовского водопровода на полуострове Сьюарда, о которой выше уже было упомянуто. Канава проходит через два туннеля, имеет три сифона при переходе через овраги.

Канава эта 3,6 м шириной и 0,3 м глубиной. Сифоны имеют диаметр в 205 см. Сооружение этой канавы стоило первоначально 500 000 долларов, а затем на расширение ее издержали около 250 000 долларов. Поддержание ее в порядке обходится по 400 долларов на 1 км в сезон.

¹ Henshaw F. F. and Parker G. L., Water Supply of Alaska.



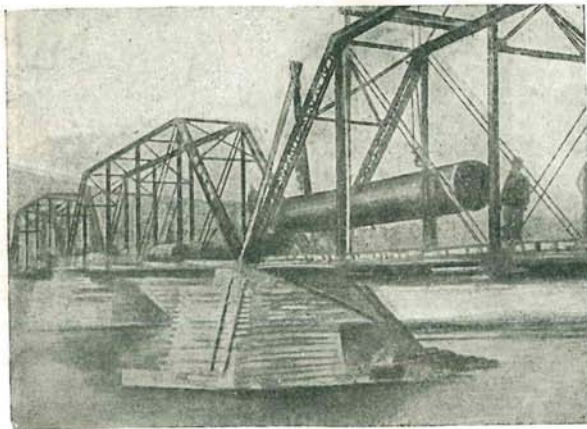
Фиг. 22.
Установка плот-
ков в Аляске.

Большая старая канава в районе Фербанкса имеет длину 30,4 км, ширину 3,3 м и глубину в 1,2 м. Существует много еще больших канав по всей Аляске, из них интересна новая водопроводная канава, которая сейчас строится в районе Фербанкса.

Общая длина всей системы — около 160 км, ширина канавы — 4,5 м, пропускная способность — 5000 присковых дюймов воды. Во многих местах вода будет идти через сифоны, а в некоторых местах устроены деревянные желоба (сплотки). Вообще в Аляске часто приходится прибегать к помощи желобов: так, где надо проходить через впадины, где надо идти по откосу, и там, где потери воды вследствие просачивания очень велики. Много миль сплотов пришлось построить в Аляске, и работа эта обходилась всегда очень дорого, потому что на отдаленных приисках лес стоит больших денег, а укладка сплотов по мерзлому грунту вещь далеко не простая. Нужно укладывать сплотки на подстилки из мха или торфа, на специальных деревянных лежнях, чтобы при оттаивании и расширении мерзлого грунта происходило скольжение и сплотки не деформировались и не ломались. Иногда в мерзлом грунте роют ямы, засыпают их гравием, в гравии ставят стойки, а затем помещают лежни и укладывают желоба. На фотографии, снятой во время укладки желоба, видно как производится эта работа (фиг. 22).

Конструкция сифона также видна на прилагаемой фотографии. Сифоны делают обычно из стальных клепаных труб, и только иногда из деревянных. Их приходится устраивать часто, потому что местность в Аляске очень гористая и много оврагов (фиг. 23).

Трубопроводы, так же как сифоны, делают или стальные или деревянные. Трубопровод начинается от напорного бока или напорного ларя, куда вода поступает из резервуара или пруда по канаве или желобу. Трубопроводы обычно работают под давлением, увеличивающимся постепенно



Фиг. 23.
Сооружение сифона
в районе Клондайка.

от верхней головной части к нижней. Поэтому стенки трубопровода утолщаются с увеличением давления.

Обычно трубы бывают клепаные, но почти всегда стальные, а не железные, толща листов подсчитывается в зависимости от давления. Спиральные клапаны трубы встречаются много реже обыкновенных, и главным образом в Калифорнии.

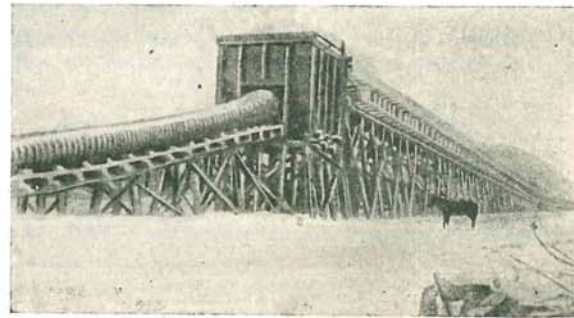
Отдельные звенья труб очень редко соединяются при помощи фланцев; иногда их соединяют посредством свинцовой накладки и двух железных обручей, стянутых одним или двумя хомутами.

Чаще всего трубы соединяются посредством раструба и стяжных болтов. Но иногда болтов не ставят, а один конец трубы забивается в раструб другой, которая подогревается предварительно в широкой своей части.

Потом раструб садится и зажимает конец другой трубы. Иногда конец трубы обматывается мешковиной или миткалем, пропитанным газовой смолой или дегтем. В некоторых местах ставят сальники, чтобы трубы могли удлиняться и сжиматься при изменениях температуры. Перед укладкой трубы смазываются асфальтом или газовой смолой для предохранения от ржавчины. В большом употреблении в Аляске деревянные трубы; некоторые из деревянных трубопроводов имеют до 120 см в диаметре (Уайльд Гус). Служат они очень хорошо и при некоторых условиях могут вполне заменить стальные трубопроводы (фиг. 24).

В условиях мерзлого грунта очень трудно прокладывать стальные или деревянные трубопроводы. Нужно принимать целый ряд предосторожностей, укладывать и соединять на холоду ночью и т. п. Поддержание трубопроводов в целости стоит очень больших денег.

В Калифорнии существует очень много превосходно оборудованных водопроводов. Некоторые из них являются большим достижением техники. Большинство их предназначено для питания мощных гидроэлектрических станций, которых в Калифорнии существует большое количество. Силовая сеть здесь очень широко разветвлена и дает возможность по очень дешевой цене (от 1/2 до 1 1/2 цента за 1 kWh) получать энергию в любом месте штата, где только имеются золотоносные россыпи.



Фиг. 24.
Давящий ларь и начало
деревянного трубопровода.

Нужно отметить, что опыт Америки до сих пор очень слабо использован у нас.

Наши инженеры не хотят понять, что вовсе не нужно строить мощные и дорогостоящие гидроэлектрические станции. Наоборот, нужно строить небольшие и дешевые установки, работающие с деревянными трубопроводами, с простыми заводными канавами, при помощи не только турбин Пельтона или Фрэнсиса, но даже от простых наливных деревянных колес.

Достаточно для хорошего инженера иметь в своем распоряжении лесной материал, плотников и кузнецов, чтобы построить и пустить гидравлическую силовую установку для рудника или бегунной фабрики.

ГЛАВА ПЯТАЯ

Гидравлические разработки золотых россыпей

Этот метод разработок имеет для нас в СССР огромное будущее.

Гидравлическая разработка россыпей заключается в размыве всей массы материала (гравия, песка) струей воды, выходящей под большим давлением из водобоя или брызгала. Одновременно со смыванием происходит и разрыхление песков и гравия той же струей воды (фиг. 25).

Размытые пески сносятся на головку шлюзов силою той же струи воды из брызгала и промываются в шлюзах, причем в некоторых случаях в работу вводится еще добавочное количество воды для обеспечения более энергичной промывки и транспортировки песков¹.

На шлюзах разрыхление гравия и песков доводится до конца, золото и шлихи осаждаются на трафаретках и споласкиваются периодически по мере накопления концентрированного материала. Доводка шлихов делается обычным для Аляски и для Калифорнии способом.

Промытые галечник и эфеля убираются из-под шлюза при помощи струи воды из добавочного брызгала, поставленного у хвостовой части шлюзов, и образуют большие отвалы в виде пологих гряд.

Необходимым условием для гидравлической разработки является постоянное, дешевое и достаточно полное снабжение приска водой под большим сравнительно напором. Затем необходимо, чтобы был достаточный уклон для хорошей промывки материала в шлюзах и, наконец, чтобы было место, куда убирать отвалы или хвосты.

Большинство гидравлических разработок Аляски ведется главным образом по долинам рек или по берегу моря. Речные россыпи обычно не бывают мощными, примерно, не более 7,5 м глубиной, тогда как береговые россыпи, расположенные в районе Ном около морского залива, имеют вместе с поверхностным слоем тундры глубину до 15 м и более.

В Калифорнии россыпи иногда бывают более 30 м глубиной. В Аляске такая глубина наблюдается редко; только в некоторых местах, по верхнему Юкону и по южному побережью можно видеть мощные, по большей части очень древние россыпи.

¹ Так называемой «проходной воды».

Обычно наиболее богатые по содержанию золота пески находятся около самой почвы (постели) на высоте не более 0,6 м от нее. Сверху же идут бедные пески, прикрытые поверхностным слоем ила, грязи, органических веществ и, наконец, торфом и дерном. Как общее правило, гидравлические разработки наиболее выгодны там, где россыпи неглубоки и где нет мощных покровов грязи и торфа.

Важно, чтобы в таких мелких россыпях не было большого количества валунов, и чтобы почва или постель не была бы очень тверда, иначе ее очень трудно защищать. Как раз на этой постели и собираются после смывания наиболее богатые золотом концентраты, и если постель неровна и имеет трещины, то зачистка весьма осложняется. Только в очень редких случаях зачистка производится брандспойтом или небольшим брызгалом, чаще ее делают дополнительно еще и ручным способом, и она обходится очень дорого.

Как уже было упомянуто, многие из россыпей Аляски лежат очень высоко над уровнем рек, поэтому очень трудно бывает дать достаточный уклон для шлюзов и трудно убирать промытые материалы (отвалы) из-под шлюзов.

Шлюзы, как мы увидим дальше, приходится ставить на козлах выше почвы (постели), иногда даже выше россыпи, и пользоваться услугами гидравлических элеваторов. Что же касается отвалов, то их приходится собирать в большие кучи или гряды при помощи специальных брызгал или даже при помощи скреперов, а это увеличивает расходы и ложится дополнительным бременем на эксплуатацию.

Как общее правило, в условиях Аляски требуется гораздо больше воды для гидравлических разработок, чем в Калифорнии. Вода нужна не только для работы брызгал при размывке россыпи, но и для работы элеваторов и для добавки при промывке в шлюзах, если воды из брызгал не хватает, и наконец для уборки гали и эфелей в отвалах.

Между тем источников для снабжения водой в большом масштабе в Аляске нет, разве только в южной ее части и на полуострове Сьюарда, тогда как в центральной Аляске летом приходится ощущать острый недостаток в воде и сокращать операции.

Крупные предприятия подводят воду издалека: в Клондайке — за 120,0 км от места работ, а в районе Фербэнкса теперь ведутся работы по сооружению водопровода длиной до 160 км; они выполняются компанией «Фербэнкс Эксплорейшен»¹.

Обычно работы по подготовке россыпей к размывке начинаются в конце апреля или начале мая, но сами гидравлические операции открываются в начале июня и заканчиваются в сентябре. Сезон работ длится от 90 до 120 дней и падает как раз на засушливые месяцы, когда в центральной Аляске воды мало. Поэтому сезон может быть использован только на

¹ Fairbanks Exploration Co.

60 или на 75%, а кроме того много времени тратится на передвижение и установку брызгал и шлюзов, на сполоски и другие работы.

В Калифорнии климатические условия таковы, что позволяют вести гидравлические разработки в долинах в течение круглого года. Теперь, согласно новому закону, гидравлические разработки допускаются только в верховьях рек: Юбы, Медвежьей реки, Станиславовой реки и их притоков.

Там, в горах, довольно холодно зимой, и сезон поэтому продолжается от восьми до десяти месяцев, а иногда и меньше.

В феврале 1928 г. я попал на один из таких горных приисков как раз в день открытия сезона и начала весенних работ.

В Аляске стараются делать шлюзы разъемными, состоящими из корыт или звеньев по 3,6 м длиной каждый, чтобы легко можно было переносить, удлинять и укорачивать шлюзы в зависимости от уклона, количества воды, напора и т. д. Характерной особенностью шлюзов при гидравлических разработках является то, что они сравнительно коротки. Это объясняется тем, что большую работу по разрыхлению породы проделывает водобой или брызгало, и длинные шлюзы не требуются.

Большинство гидравлических разработок Аляски не велико по своим размерам, занимает 8—10 человек, и не потребовалось больших капиталов для оборудования их. Отчасти это объясняется невозможностью иметь достаточные для больших операций количества воды или слишком большими затратами на водоснабжение, что под силу только очень крупным компаниям. Большинство же мелких предприятий имеет в своем распоряжении от 50 до 500 приисковых дюймов воды под напором от 12 до 60 м и за сезон промывают от 1500 до 22 500 м³ гравия (песка).

Наиболее крупные прииски с гидравлической разработкой гравия расположены в южной Аляске или на полуострове Сьюарда, т. е. там, где



Фиг. 25.

Работа водобоем в районе Номе.

есть достаточное количество довольно дешевой воды. Некоторые из них располагают 2500—3000 присковок дюймов воды под напором до 60 м и даже до 90 м и прорабатывают до 70 000 м³ гравия в сезон. На фиг. 26 изображена гидравлическая разработка россыпей так называемой Глэшер Крик.

Размер капитала, вложенного в гидравлические разработки, зависит главным образом от стоимости водоснабжения: большая часть затрат идет на сооружение плотины, канав, сифонов, желобов и труб. Многие предприятия пользуются старыми водопроводами, так как не в силах не только построить новый, но и поддерживать в хорошем состоянии старый. Поэтому сплотки или желоба текут, канавы теряют массу воды не только вследствие просачивания в почву, но и вследствие простой неисправности, а трубы находятся в очень скверном состоянии и не ремонтируются. Мелкие предприятия не могут поддерживать водопроводные сооружения в порядке потому, что располагают небольшим капиталом в 5—10 тысяч долларов и вкладывают его целиком в оборудование приска, — водобой, трубы, шлюзы и пр. — и у них не остается больше средств для устройства или даже исправления водопроводов.

Другое дело — крупные компании. Они вкладывают в среднем от 250 000 до 1 000 000 долларов, а иногда и много больше, в оборудование водоснабжения и содержат свое водяное хозяйство в образцовом порядке. Крупные гидравлические разработки существуют в среднем 10 лет и более, и большие компании захватывают понемногу в свои руки водоснабжение всего близлежащего района. Несмотря на многие неблагоприятные условия работы, о которых я уже говорил, все-таки гидравлические разработки имеют в Аляске большое распространение и занимают важное место в ее золотой промышленности. Они выгоднее, чем все другие способы экспло-



Фиг. 26.
Работы водобоями
на речке Глэшер
Крик, в районе
Номе.

тации золотых россыпей, за исключением драгирования; в последнем случае разработки ведутся наиболее дешевым и скорым способом при весьма большой пропускной способности современных мощных драг.

Коэффициент полезного действия воды при гидравлической разработке россыпей в Аляске невелик, сравнительно с калифорнской практикой.

За показатель эффективности принимается максимальное количество кубических метров породы (гравия и песка), которое может быть смыто, разрыхлено и промыто в 24 часа при расходе воды в день присковок дюйм, что соответствует расходу воды в 0,012 м³/мин.

Это количество прорабатываемого материала колеблется в зависимости от глубины россыпи, характера ее, уклона почвы, типа и уклона шлюзов, количества и напора воды, расположения отвалов, искусства забойщиков¹ и других условий. А между тем, при бедности водоснабжения, количество потребной воды должно быть всегда точно определено и подсчитано, иначе нельзя вести баланс предприятия и нельзя серьезно думать о его расширении, если неизвестно количество воды, потребной для эксплоатации. Как-какие данные по подсчетам имеются в некоторых предприятиях, но нельзя утверждать, что они точны. Так, на полуострове Сьюарда прискок, расположенный на Анвиль Крик,² расходует 500 присковок дюймов воды, и управляющий считает, что один присковок дюйм воды размывает и продвигает в сутки 1,05 м³ мерзлой породы. На Литль Крик определяют эффект действия струи воды в 1,125 м³ мерзлого грунта. В районе Фербанкса на Педро Крик дают цифру в 0,9 м³ мерзлого грунта, а на Мостодон Крик в районе Церкля — 1,88 м³ талого грунта. Как видно, на Аляске эффективность гидравлической разработки очень невелика, что объясняется мерзлотою грунта, слабостью напора воды и другими неблагоприятными условиями. В среднем надо считать, что в талых породах Аляски один присковок дюйм воды может размывать и передвинуть в сутки от 1,5 до 2,25 м³ талой породы, в мерзлоте же — не более 1,125 м³.

¹ Рабочих на брызгале или водобое.

² Крик (Creek) означает речка, ручей.



Фиг. 27.
Крылья и ворота шлюза на Кроу Крик,
Аляска.

Р. Н. Лейнард, управляющий приисками около Кемптонвиля в районе Сиерры и один из лучших практиков в Америке, дал мне некоторые пояснения, почему в Аляске так мал коэффициент полезного действия струи воды. Его объяснения совпадают с мнением специалистов, с которыми я говорил на эту тему в Аляске. Р. Н. Лейнард сказал, кроме того, что в Калифорнии россыпи расположены высоко над уровнем реки; можно пользоваться достаточным уклоном для шлюзов и не нужно элеваторов; вода имеется под большим напором и, наконец, не надо убирать отвалов; поэтому один приисковый дюйм воды может размыть до $7,5 \text{ м}^3$ породы в 24 часа.

Вот почему стоимость гидравлической разработки в Аляске много выше, чем в Калифорнии, и в дальнейшем изложении я приведу несколько данных по стоимости эксплуатации некоторых предприятий этого рода. Пока же считаю нужным в кратких чертах охарактеризовать методы, применяемые в Аляске при гидравлической разработке россыпей. Методы эти меняются в зависимости от положения россыпи над уровнем рек, в зависимости от уклона, от возможностей убирать отвалы и пр.

Принимая в соображение все эти обстоятельства, разработку ведут иногда путем смывания пород прямо в голову шлюза, устраивая так называемые «крылья» по бокам его головной части, и ворота, как раз между крыльями.

На фиг. 27 показаны ворота около головки шлюза и крылья из бревен, устроенные по обеим сторонам ворот.

Иногда смывают породу по обеим сторонам шлюза двумя главными и одним вспомогательным водобоем (брызгалом). Иногда комбинируют эти два способа, но для уборки отвалов всегда почти ставят добавочный водобой.

Первый способ, когда струя водобоев направлена прямо к головке шлюза, пожалуй, является самым употребительным в Аляске. Он наиболее подходит для разработки неглубоких россыпей с уклоном постели (почвы) не менее 15 см на $3,6 \text{ м}^1$. Большое преимущество этой системы заключается в том, что вся вода из водобоев прямо направляется в шлюзы и часто никакого дополнительного количества воды не требуется, поэтому этот способ предпочитают на приисках с ограниченным количеством воды. Ряд шлюзовых ящиков легкого типа устанавливается на почве (постели) или несколько углубляется в нее как раз в середине нижней части разрабатываемого участка или отвода. Ящики, обычной для гидравлических разработок Аляски $3,6 \text{ м}$ длины, легко могут быть перенесены на новое место, как только шурф (котлован) будет выработан и нужно переходить дальше, обычно вверх по длине. Ставят обычно от 6 до 12 ящиков, затем у головного ящика устраивают приемные крылья и ворота, которые видны на помещенной ниже фотографии.

¹ $3,6 \text{ м}$ для отдельных секций или ящиков шлюзов — величина, практически установленная в Аляске при гидравлических разработках.

Затем, как только все подготовительные работы по приводке воды и пр. закончены, приступают к эксплуатации отвода. Работают обычно двумя водобоями, располагая их против шлюза так, чтобы они лежали по углам у основания равностороннего треугольника, вершина которого обращена к головке шлюза. Если работают одним водобоем, то его располагают прямо против ворот и двигают его так, чтобы постепенно сгонять весь материал к крыльям в воротах шлюза и пропускать его далее. При благоприятных условиях и при надлежащем напоре воды можно разрабатывать этим способом участки длиной от 90 до 135 м. Водобои не надо помещать очень близко к головке шлюза, особенно в тех случаях, если первый приемный ящик стоит на постели (почве), а не углублен в нее. Тогда перед крыльями надо держать некоторое количество материала, образующего небольшой откос, по которому водобоем надо проталкивать материал несколько вверх в ворота шлюза, что требует известной ловкости забойщика и некоторой дальности расстояния. По мере того как нижняя часть участка смывается, водобои (брызгала) подвигаются вверх по участку, пока весь материал не будет смыт и протолкнут в шлюзы. При достаточном напоре воды не требуется дополнительного брызгала, чтобы продвигать материал; если же напор слаб, то ставят проталкивающий водобой, который помогает двум главным размывочным брызгалам продвигать пески и гравий к шлюзу и добавлять некоторое количество воды в шлюз для более эффективной промывки.

Прииск такого типа находится в долине речки Фолл Крик в районе Иенты. Россыпь состоит из незамерзшего гравия с содержанием до 15% валунов небольших диаметров. Работы по этой речке показаны на прилагаемой фотографии (см. фиг. 28), показывающей работу двумя водобоями с направлением струи прямо в головку шлюзов. Котлован на этом прииске устроен больших размеров и разрабатывают его водобоями с $7,5\text{-см}$ насадками под сильным напором. Работают водобои большей частью поочередно. Пока один из них смывает материал со своей половины участка, на другой половине собирают валуны, разбивают их и зачищают постель. Шлюзы состоят из звеньев общей длиной около $14,4 \text{ м}$, шириной в 75 см и глубиной 75 см , при уклоне 20 см на каждые $3,6 \text{ м}$.

Этот прииск расходует $500\text{—}700$ приисковых дюймов воды и заканчивает разработку отвода примерно в 8 дней, зачищая по 90 м^2 ежедневно



Фиг. 28.

Два водобоя смывают грунт в ворота шлюза в районе Иентны.

при работе в две смены. Затем перетаскивают оборудование вверх по долине на новый участок, устанавливают его там, передвигают шлюзовые ящики вверх так, что они становятся на месте только что выработанного участка, и продолжают работу далее, заканчивая обычно перестановку за один день (две смены).

В один из благоприятных сезонов было разработано 8100 м³ россыпи мощностью в 2,7 м, в том числе 0,3 м почвы (постели). На это было затрачено 73 дня, работа обошлась по 30,6 центов за 1 м³.

В долине речки Кроу Крик¹ в районе Джидвуда разрабатывается россыпь средней мощностью в 3,6 м, причем работы ведутся двумя параллельными выемками шириной 4,5 м и длиной от 120 до 135 м. Каждый котлован имеет свой собственный шлюз и водобой с 15-см насадкой. Эти котлованы работают поочередно: когда в одном идет разработка россыпи, в другом убирают валуны, раскалывают их и зачищают почву (постель). Большой водобой продвигается вверх по участку или по отводу, а когда он окажется довольно далеко от ворот шлюза, его работе помогает малый водобой, поставленный около головки шлюза. По обеим сторонам ворот устроены крылья из пластин и крепких бревен.

Когда оба котлована закончены, сбивают водобоем гривку между ними и зачищают все место работы водобоем и ручным способом. Валуны разбивают руками, крупные бурят перфораторами и сжатым воздухом, взрывают динамитом и лом пропускают через шлюзы. У нижнего конца шлюзов помещен третий водобой, который сбивает в кучи отвалы. Шлюзы имеют ширину 1,5 м и глубину 0,9 м. Всего ставят 8—10 ящиков с уклоном 15 см на 3,6 м (длина каждого ящика или звена). В первых двух ящиках 18-кг рельсы заложены поперек, а в остальных 11,25-кг лежат вдоль ящиков. В дополнение к воде из водобоев расходуют еще от 1000 до 1400 дюймов «проходной воды» на усиление промывки так, что всего расходуют до 2000 дюймов воды. В сезон промывают до 52 тыс. м³ при числе рабочих в 18 человек в две смены, причем 1 м³ породы обходится в 53 цента, что даже в Аляске считается чрезвычайно высокой стоимостью.

Иногда по соображениям нивелировки и принимая во внимание местные условия, избирают второй способ эксплуатации, а именно, смывают породу по обеим сторонам шлюза. В этом случае шлюзовые ящики устанавливаются или вдоль обоих — нового и старого — участков, или только на нижнем уже разработанном участке (в старом его котловане), а по линии его продолжения и по середине верхнего, неразработанного еще участка промывают водобоем канаву, которая служит почвенным корытом впереди линии шлюзов.

В зависимости от того, где стоят шлюзовые ящики — только на старом нижнем участке или на обоих, старом и новом месте, — меняется направление или ход разработки, хотя метод работы остается тот же самый.

¹ Crow Creek.

Если ящики стоят только на старом участке и ворота с крыльями находятся на нижней части нового участка, то разрыв породы начинают с верхней части нового участка и ведут ее по направлению уклона сверху вниз по долине. Смытый материал проходит вдоль почвенного корыта, насквозь всего нового участка, а затем поступает через ворота на шлюзовые ящики. Последние обычно ставятся ниже уровня постели на 0,6 м для того, чтобы можно было общий уклон сделать более крутым.

Если избирают по местным условиям другой способ установки шлюзовых ящиков, а именно, ставят ящики в одну линию, образующую длинный сквозной шлюз, проходящий по середине котлована старого выработанного участка и по канаве, прорытой по середине нового участка, — то работу по размывке ведут с низу вверх по новому участку. При этом, по мере продвижения вверх от старого котлована, в операцию по промывке вступает все большее и большее количество шлюзовых звеньев, установленных в канаве верхнего участка. В том и другом случаях водобой работает так, что линия правого и левого забоя по обеим сторонам шлюзов всегда останется перпендикулярной линии шлюзов.

Такие методы применяются как в Аляске, так и в Калифорнии, изменения делаются в зависимости от местных условий.

В зависимости от требующегося по условиям работы и наиболее удобного уклона, ящики шлюзов могут ставиться или ниже уровня почвы (постели), или на ней, или же, наконец, нижний конец всей линии шлюзов утопается в почву, тогда как верхний головной конец стоит на ней непосредственно или даже поднят на козлы.

В последнем случае работа несколько осложняется, и для проталкивания материала в ворота шлюза расходует лишнее количество воды, но это приходится делать, если уклон постели недостаточно велик.

На самой большой гидравлической разработке Аляски — по речке Дан Крик — размывается россыпь в направлении сверху вниз, т. е. начинают работу с головы нового участка и сбивают породу по почвенному корыту, прорезанному по середине его. Шлюзы служат продолжением почвенного корыта и стоят по середине старого, выработанного участка. Работа двигается сверху до ворот шлюза, поставленных вместе с крыльями в нижней части нового верхнего участка, или, что то же самое, в верхней части старого, выработанного перед этим участка. Мощность россыпи в этой местности — от 3 до 5,4 м, с содержанием большого количества валунов не менее 20 см диаметром. Котлованы устраиваются один за другим последовательно вдоль по долине речки. Каждый котлован бывает от 150 до 210 м длиной и 52,5—75 м шириной.

Ряд шлюзовых ящиков в количестве от 16 до 20 штук ставится на нижнем, только-что законченном участке головой к нижнему концу нового, где, как уже сказано, устраиваются ворота и крылья. Ширина звеньев 1,2 м, глубина 0,9 м. Канавы, которая служит почвенным корытом и про-

должением линии шлюзов, промывается при помощи водобоя как раз по середине нового участка. Ширина канавы 1,5—1,8 м, а глубина делается заподлицо с дном головки шлюза, сохраняя тот же уклон, который придан шлюзам — обычно 15 см на 3,6 м длины ящика. Вдоль шлюзовых ящиков укладываются 9-кг рельсы, бока ящиков крепятся и подшиваются старыми досками.

Два водобоя с 15-см насадки работают под значительным напором. Они помещаются по одному с каждой стороны канавы и сбивают породу сверху вниз по канаве. Когда работает правый водобой, левый останавливают, прибирают валуны и зачищают половину котлована по левую сторону канавы. После этого разрабатывают левую половину, а правую зачищают и т. д.; линия забоев остается все время перпендикулярной к линии канавы и шлюзов. В зависимости от продвижения линии забоя, водобои передвигаются по участку сверху вниз вдоль канавы, так сказать, по течению, пока не выработают весь материал на участке и не переберутся на следующий вышележащий отвод и т. д.

Как я сказал, каждую половину участка (котлована) зачищают по мере продвижения вперед поочередно, но, когда кончают работу во всем котловане, еще раз делают генеральную зачистку и сполоск шлюзов. Эту работу делают так же, как и у нас, т. е. начинают с головки шлюза и сгоняют материал вниз до последнего ящика. Оттуда достают шлах, или концентрат и доводят его обычным способом. При зачистке постели (почвы) собирают при помощи сифона воду, грязь и песок, скопившиеся в углублениях, и помещают их в ящик или корыто, которое продвигается по участку, по мере продвижения рабочих. Содержимое этого ящика промывается отдельно.

На участке обычно работает 18 человек в две смены по 10 часов. Работа на этом прииске ведется при образцовом учете, так что имеются совершенно точные данные о стоимости. Средняя мощность россыпи за 1925 операционный год была 4,2 м. Было проработано два котлована (или выемки): один — 158 × 48,9 м и другой 138 × 51 м. Для обеих выемок потребовалось 22 дня по одной смене для подготовки и установки оборудования, шлюзов и канавы, 42 дня по две смены на собственно гидравлические работы и, наконец, 26 дней по одной смене по зачистке и споласкиванию. 1 м³ обошелся в 44 цента.

На прииске № 9 в районе так называемой «Низины» (старое русское название) прорабатывают россыпи таким же способом, только работу начинают не с верхнего конца нового участка, а с нижнего конца его и идут таким образом снизу вверх по участку или, что то же самое, вверх по долине. Как я уже говорил, в таких случаях нужно укладывать шлюзовые ящики и на старом нижнем участке и в канаве, заранее промытой по середине нового, верхнего участка. Водобои работают поочередно с правой и левой стороны шлюзов и продвигаются вдоль канавы вверх по течению, причем линия забоев все время перпендикулярна линии шлюзов. На этом

участке (№ 9) мощность россыпи — в среднем 3,3 м: за сезон в прошлом году выработано 17 492 м по цене 28 центов за 1 м³, причем занято было 35 человек. В 1924 г., может быть из-за остановок по недостатку воды, стоимость выработки и промывки была очень велика — около 33 центов за 1 м³.

Может быть, я слишком подробно останавливаюсь на этих описаниях, но у нас надо развивать золотопромышленность и надо знать, какой именно способ разработки наиболее удобен для условий, существующих в СССР.

Конечно, трудно сказать, какой способ из описанных является для нас наиболее выгодным: дискуссию по этому поводу открывать нельзя, так как выбор зависит исключительно от условий эксплуатации, характера россыпи, глубины ее, уклона почвы, напора воды, количества воды и т. д.

Лучше будет привести еще несколько характерных примеров разработки и указать, каким методом она производилась в каждом данном случае. Может быть, так будет удобнее для наших уральских и сибирских практиков, хотя я лично думаю, что работать нужно, следуя, конечно, примеру других, но в первую очередь учитывая местные условия.

Прииск на речке Игль Крик¹, в районе Циркля разрабатывает мерзлую россыпь средней мощности 4,5 м. Участок 45 × 75 оборудован водобоями с 7,62-см насадками и разработку ведут снизу вверх, т. е. против течения реки. Работа идет в две смены по шести человек. За сезон было проработано 36 620 м³ и средняя стоимость за 1 м³ определилась в 26,4 цента.

На другом прииске у Крукет Крик в районе Севети Майл² разрабатывалась россыпь от 1,8 до 3,6 м глубиной. Работа велась тоже в направлении снизу вверх по долине. В одном котловане выработано было 3127 м³ за 8 дней, причем расходовалось 445 приисковых дюймов воды, из коих 220 шло на дополнительную промывку. Эффект работы одного дюйма воды определился в 0,9 м³. В другом котловане смыто и проработано было 5662 м³ материала за 15 дней в две смены. Цена разработки в пяти различных котлованах этого прииска колебалась от 33 до 43 центов за 1 м³ мерзлого грунта.

В долине Мастодон Крик разрабатывалась мерзлая россыпь мощностью от 4,5 до 6 м, причем сверху были смыты торф, грязь и ил, так что гравия к промывке оставалось от 3 до 3,6 м. На участке 45 × 60 м работало 12 человек в две смены по 12 часов. Пользовались водобоями с 7,62-см насадкой. Операции велись также снизу вверх по долине, т. е. против течения. Стоимость проработки 1 м³ мерзлого грунта составляла 36 центов.

Думаю, что примеров приведено достаточно.

Тяжелые валуны, которые не могут идти в шлюзы для промывки, обыкновенно остаются на участке в котловане. Во время зачистки постели

¹ Eagle Creek, Circle District. См. карту Аляски.

² Seventy Mile. См. карту Аляски.

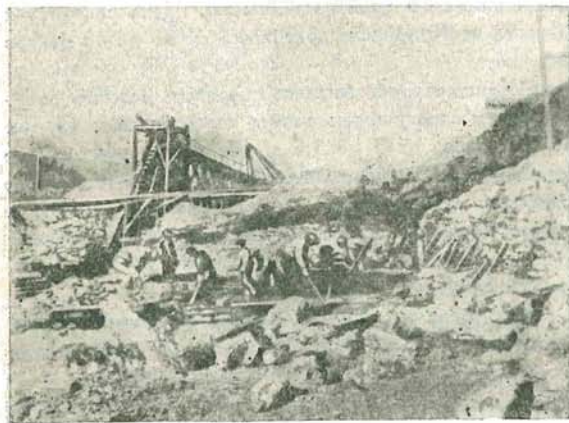
(почвы) их разбивают кувалдами, а на больших приисках бурят сжатым воздухом (при помощи перфораторов) и рвут динамитом. Некоторые валуны выгаскиваются вон с участка, для чего пользуются приспособлением в роде салазок, сделанных из железного листа 0,6—0,9 см толщиной. При помощи каната и лошадиной тяги, а в больших предприятиях при помощи лебедки, валуны эти на салазках вытягиваются вон из котлована, чтобы можно было свободно производить зачистку. На фиг. 29 изображена зачистка почвы после размыва породы, там же виден элеватор.

Большие и часто попадающиеся валуны очень мешают работе, но самое большое затруднение в Аляске встречается с размещением отвалов из галечника, оставшегося после промывки. Их приходится сбивать в кучи или в гряды при помощи дополнительного водобоя, иногда употребляют для этой цели скрепера или механические элеваторы с приводом от паровой лебедки.

В кучи и гряды собирается, конечно, более крупный материал, более мелкий уносится течением воды в речку и засоряет ее. Закон в Калифорнии запрещает «спускать хвосты» в речку, но в Аляске такого запрещения раньше не было, нижние течения рек сплошь были засорены отвалами и многие пригодные для хлебопашества земли были испорчены¹. Поэтому теперь правительство требует, чтобы на приисках устраивались удерживающие плотины для отвалов так же, как это делается в Калифорнии.

Если работают «хвостовым водобоем», то высоких гряд из отвального материала подобрать нельзя — не выше одной трети напора воды. Поэтому гряды не высоки и занимают большую площадь. Если работать с элеватором, то отвалы в виде высоких гряд получаются прямо из-под шлюзов, которые поставлены довольно высоко на козлах и могут передвигаться,

¹ Хлеб недавно начали сеять в районе Фербэнкса и др.

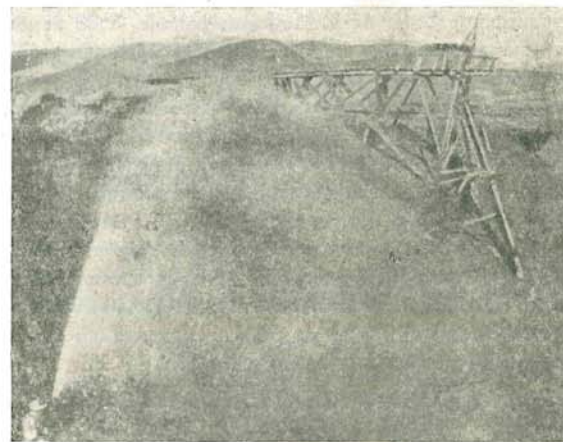


Фиг. 9.
Зачистка постели в
районе реки Юкона.

давая возможность более плотно подбирать отвалы¹. Это было одной из причин применения элеваторов гидравлических и механических. Гидравлические элеваторы не очень эффективные машины и их только тогда следует применять, когда есть дешевые и обильные источники снабжения водой. Если есть к тому возможность, то лучше применять механические элеваторы. Вообще же без элеваторов в некоторых случаях обойтись нельзя: россыпи лежат часто очень низко, нет возможности дать надлежащий уклон шлюзам, затруднительно убирать отвалы. Поэтому ряд шлюзовых ящиков ставят на козлы (иногда передвижные), а в головной части шлюза, в зумфе, пристраивают элеватор для подъема снятого на участке материала, который поднимается элеватором вверх к головке шлюза, а затем промывается в ряде шлюзовых ящиков или звеньев. Гидравлический элеватор построен по тому же принципу, как обыкновенный паровой инжектор, с той разницей, что в гидравлическом элеваторе роль пара играет вода, и она устремляется сжатой струей через насадку вверх под некоторым углом, всасывает и проталкивает в своем движении песок, гравий, мелкие валуны и воду, которые подаются водобоем к основанию или устью элеватора. Гидравлический элеватор применяется не только для подъема материала на некоторую высоту с целью придания шлюзам нужного уклона. Его применяют иногда для подъема выходящих из шлюзов гальки эфелей, чтобы образовать высокие гряды и получить достаточно места для отвалов. На фиг. 30 изображены работы по речке Литтль Крик в районе Номе.

Так как применение гидравлического элеватора увеличивает общий расход воды в два-три раза, а коэффициент полезного действия его не более 0,1, то к установке гидравлического элеватора прибегают только тогда, когда нельзя посредством туннеля направить отвалы в другую широкую

¹ См. фиг. 29.



Фиг. 30.
Работы по речке
Литтль Крик, в районе
Номе.

долину, когда нет возможности получить достаточно места для отвалов и если, наконец, в распоряжении прииска есть дешевая вода в большом количестве. В Аляске гидравлические элеваторы пользуются распространением главным образом только на полуострове Сьюарда, где много воды и где элеватор используется также в качестве золото-промывательной машины, потому что, проходя с большой скоростью через элеватор, пески подвергаются весьма совершенному разрыхлению и промывке. Элеватор стоит порядочных денег, потому что его части делаются из марганцевой стали и по конструкции своей очень тяжелы и солидны. Далее, когда элеватор устанавливается в углублении, сделанном в постели, в так называемом зумфе, перед ним надо уложить стальной лист и боковые листы, чтобы материал мог скользить в прием элеватора без затруднений. Наверху, где сделан шлюзовый прием, устраивается крытый ларь, сверху которого, над элеваторной трубой, подвешен в виде свода лист марганцевой стали, придавленный сверху грузом из мешков с землей. Целью установки такого стального листа является защита шлюзов от ударов камней, выбрасываемых элеватором вместе с песком, гравием и водой. Элеватор обыкновенно ставится под углом в 60° , длина подъема колеблется от 9 до 16,5 м, расход воды — от 400 до 600 присковых дюймов и более, напор воды таков, что можно поднять материал на высоту около 12 м.

Когда элеватор установлен и шлюзы поставлены на месте, головной ящик (или в этом случае закрытой головной ларь) собран, также поставлен на место и защищен стальным листом, начинают оперировать водобоем на участке и одновременно пускают воду в самый элеватор. Работают водобоем так же, как и в том случае, когда смывают породу к головке шлюзов, причем материал попадает в зумф у элеватора, всасывается струей воды и выбрасывается в шлюзы для промывки. Конечно, это стоит больших денег и требует значительного расхода воды.

Стоимость эксплуатации элеваторных устройств может быть видна из практики работы их в Номском районе. Так, комбинированная стоимость смывания материала водобоем, подъема его элеватором и промывки в шлюзах обходилась на Литтль Крик в 53 цента за 1 м^3 . На Осборн Крик при весьма благоприятных условиях работы себестоимость была 46 центов за 1 м^3 и, наконец, на Офир Крик стоимость производства операций ложилась в 46,2 цента на 1 м^3 , включая погашение капитала, вложенного только в оборудование, а также накладные присковые расходы. За исключением этих расходов и погашения капитала, себестоимость была 41,69 цента на 1 м^3 прорабатываемый при помощи водобоев, элеватора и шлюзов породы.

В Айдитородском районе при разработке россыпи на небольшом участке в 1800 м^3 пользовались водою небольшого напора при высоте подъема элеватором в 0,54 м. Операционная стоимость поэтому была очень велика и достигала до 60 центов за 1 м^3 .

Вместо гидравлического элеватора можно употреблять механический элеватор черпакового типа, какой изображен на фиг. 29. При небольших

подъемах в 3,6—4,5 м можно самим на прииске изготовлять элеваторы типа Раббля, которые представляют собою простое крепкое корыто или деревянные обшитый внутри железными листами желоб около 15 м длиной.

При работе водобоем можно заставить материал скапливаться у основания этого примитивного элеватора. Затем тем же водобоем проталкивают материал по желобу элеватора вверх. Элеватор, как сказано, ставится под очень пологим уклоном, так что крупный материал свободно проскальзывает по нему доверху. Мелкий материал проваливается через бутарную решетку, которая заменяет собой дно во второй половине элеватора. Падая сквозь решетку, мелкая порода, содержащая в себе золото, попадает в лоток, а потом в шлюзы, поставленные как-раз по середине элеватора и под прямым углом к нему. Головка шлюза находится на 1,8—2,1 м выше почвы (постели); что касается выкидного, верхнего конца элеватора, то он ставится на 3,6 м выше почвы (постели) при общей длине элеватора в 15 м. Верхний конец закрыт свободно висящим стальным листом и снабжен стальным порогом, чтобы материал задерживался на решетке и струя воды из водобоя имела возможность промыть его и отделить мелочь, которая идет в шлюзы, от крупной породы, которую струя воды выталкивает вон за подвесной лист, в отвалы. Работу таких элеваторов для маленьких установок очень одобряют в Калифорнии и в Аляске.

В заключение главы о гидравлических разработках надо сказать, что они в Аляске были весьма распространены и только за последнее время их стали заменять драги. Однако, в некоторых случаях гидравлические разработки по своей оперативной стоимости могут конкурировать с драгами, в особенности на отдаленных участках, куда драгу трудно доставить и где она часто стоит из-за невозможности исправить какую-нибудь поломку во время самого горячего сезона.

В Калифорнии гидравлические разработки практикуются только в горах Сьерры, в верховьях рек, где закон позволяет производить их.

В нижних долинах больше калифорнские драги ведут разработки с большим успехом и по более дешевой стоимости.

В Аляске «Бюро оф Майнс» (Горное бюро) определяет среднюю оперативную стоимость гидравлической разработки в 35—40 центов за 1 м^3 в долинах рек и от 20 до 24 центов — на морских россыпях района Номе. Такие данные получены от присков в районе Иентны и Айдиторода. В Хот-Спринг стоимость определяется в 36 центов на одном участке и 33 цента на другом, а в Рампарском районе даже в 26 центов.¹ Весьма вероятно, что у нас в Сибири гидравлические разработки еще будут иметь широкое применение, потому что в Аляске драги пока не смогли вытеснить и заменить этого способа работы, а аляскинские условия очень схожи с нашими.

¹ Цифровые данные по себестоимости гидравлических работ приведены в этой главе на основании официального доклада Norman L. Wimmler „Placer-Mining Costs in Alaska“.

За последнее время у нас тоже построили много гидравлик, но могли бы построить еще больше. Тут все дело губит страсть наших инженеров к дорогим и сложным сооружениям, требующим больших проектов и значительных капиталовложений. Делать же проект и чертежи на месте и самим строить небольшие гидравлики — наши инженеры не любят. Надо заставить их изменить метод своей работы.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

Дражные работы

Первые драги были поставлены в Аляске в 1903 г. на полуострове Сьюарда. Затем в 1907 г. были пущены первые драги в Айдитородском районе и в районе Форти-Майл¹ и, наконец, в 1912 г. появились первые драги в районе Фербэнкса.

В 1914 г. их было уже 42 во всей Аляске, причем драги давали около 25% всей добычи золота в это время. Затем число драг несколько уменьшилось, зато в операцию были введены более крупные единицы, самые же мелкие были оставлены, и участие в общей добыче россыпного золота в 1923 г. впервые было исчислено в 50%.

В настоящее время в эксплуатации находится 34 драги, из них 21 на полуострове Сьюарда и 13 — во внутренней части Аляски и они добывают 52% всего россыпного золота. Пока не был практически решен вопрос с оттаиванием вечно-мерзлого грунта при помощи холодной воды, дражное дело не могло иметь широкого применения в Аляске. Работать старались обычно в талых грунтах или в богатых мерзлых россыпях, где оттаивание при помощи дорогостоящего пара имело оправдание.

Мерзлые россыпи, небогатые по содержанию золота, не могли достаточно экономно разрабатывать до тех пор, пока не стали применяться способы оттаивания холодной водой.

Тогда сразу стали доступны к широкой и сплошной разработке драгами самые крупные районы: в 1924 г. начал развиваться дражные работы Номский район, а с 1927 г. в районе Фербэнкса началась реализация новой программы по расширению работ драг.

Хотя все еще остались налицо те условия, которые всегда и везде мешают развитию этого способа разработки золотых россыпей — отдаленность от центров, бездорожье, тяжелые условия эксплуатации, — однако в Аляске как раз теперь началась новая дражная эра, в частности в Номе, Фербэнксе и Кусковиме.

Разведка, очень хорошо выполненная, уже дала благоприятные результаты относительно работ на новых и старых площадях на будущие

¹ Forty Mile District. См. карту Аляски.

пять лет. Программа работ на этот срок была детально разработана, и новые драги должны были вступить в эксплуатацию летом 1928 г.

Часть из этих площадей была уже ранее разрабатываема по преимуществу мускульным трудом, но часть золота осталась в отвалах или в пропущенных отводах, условия работы в которых были неудобны, или невыгодны, или участки не были тальми. Другая часть площадей совершенно новая, хорошо разведанная, также представляет интерес для современного драгирования. В Аляске привыкли работать драгами на старых старательных отвалах. Предприниматели полагают, что раз старатели рыли тут золото, то его должно остаться в отвалах еще достаточно для того, чтобы оправдать работу драг. Это, конечно, довольно верный признак, но все-таки необходима и на старых отвалах хорошая разведка; в особенности же на новых дражных площадях все физические и экономические условия должны быть определены раньше, чем драга будет установлена.

Глубина и характер торфов и песков, качество и распределение золота, глубина, характер и распространение россыпи, присутствие мерзлых мест, характер и рельеф почвы (постели) — все это должно быть определено разведкой.

В то же время должны быть определены общие условия эксплуатации, стоимость транспорта, снабжения всем необходимым, в том числе водой, климатические условия, длина оперативного сезона, стоимость рабочей силы, стоимость движущей силы, — все это должно быть предварительно подсчитано и точно определено. Учтены должны быть и факторы, препятствующие работе драгами: мерзлый грунт, присутствие глины, твердость постели, большое количество валунов и большие уклоны.

По данным «Бюро оф Майнс», в 1927 г. была составлена таблица, часть которой здесь приводится. В этой таблице указаны были общие условия работы некоторых из существующих теперь драг, в том числе состояние грунта в отношении мерзлоты, глубина россыпи и пр. Затем отмечены размеры каждой драги, кому она принадлежит, где работает, мощность двигателей каждой драги, характер движущей силы и т. д. Сокращенная табл. 4 дает некоторое представление о дражных разработках в Центральной Аляске и на полуострове Сьюарда.

Как видно из таблицы, в Аляске в настоящее время употребляются драги со сплошной черпаковой цепью. Другие типы драг — ново-зеландская и пр. — были также в употреблении в Аляске в первые годы, но они не привились.

Многие из черпаковых драг, прежних первоначальных типов, тоже не были удачными в эксплуатации. Некоторые из них были очень велики для мелких аляскинских россыпей и требовали кроме того постройки дополнительных плотин для подпруживания. Большие драги пригодны в Аляске только в районе Номе — Фербэнкса; наиболее подходящими считаются драги с емкостью черпака в 3,5 и 7½ куб. фут.

Таблица 4. Некоторые драги, работающие теперь в Аляске

Какая компания работает	Где находится драга	Размер черпака ¹ в куб. фут.	Мощность двигателя в л. с.	Какие машины или двигатели	Глубина ввинчивания в м	Проникновение в м	Состояние грунта (мерзлый или нет)
Полуостров Сьюарда Аляска Кондагкок Ко	Тейлор Крик	2½	75	Двигатель на легком масле (керосин)	3,6	750	Сезонная мерзлота
	Зеленая река	3½	125	Дизель	9	1500	Вечная мерзлота
	Соломонова река	5	200	2 дизеля	6	2250	Вечная мерзлота частичная
Компания Хаттон Голдфандс	Литгль Крик	9	575	Дизель на береговой электрической станции. Электромоторы на драге	18	4500	Вечная мерзлота сплошная
	Маммут Крик	3½	150	Паровая установка	5,4	1650	Сезонная мерзлота
Район Церкля Компания Берри	Фербэнкс Крик	4	220	Гидравлическая электростанция	10,5	1650	Вечная мерзлота частичная
	Отгер Крик	3	110	Дизель	4,5	1125	Вечная мерзлота частичная
Айдигородский район Северная компания	Гейнс Крик	3½	150	Паровая установка	4,5	1125	Сезонная мерзлота
	Компания Иннокко Дреджинг						

¹ Все драги со сплошной черпаковой цепью.

Для Аляски очень важно, чтобы никаких ремонтов во время сезона не было: все, что нужно сделать, должно быть закончено к моменту весеннего пуска драги. Можно только быстро заменять сломанные или изношенные части, но не задерживаться на ремонтах. На складе всегда нужно иметь большое количество запасных частей и нужно иметь мастерские для быстрых починок.

В Калифорнии, где драги работают в районе Юба или Мерисвиля, в двух часах езды от завода и города, все это легко устранить и организовать. Но в Аляске надо помнить, что чем больше драга по своим размерам, тем сложнее обращение с ней, и тем скорее возможности поломки. Все это надо принимать в расчет, но трудно следить за тем, чтобы все было сделано заблаговременно на большой драге.

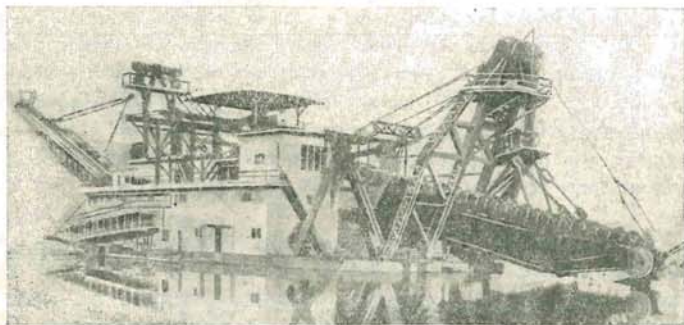
В маленьких драгах старого типа со шлюзами, плоскостями и пр., которые в прежние годы были очень распространены в Аляске, собственно говоря, нечему было ломаться и не было частых остановок из-за ремонта.

Эти драги пригодны были для мелких, узких и сравнительно богатых по содержанию золота речных россыпей; они отличались легкостью конструкции и приводились в движение от керосинового или нефтяного двигателя.

Черпаки разгружались прямо в завалочный ящик шлюза, глубина черпания была не более 3,6 м и не было затруднений с уборкой отвалов.

Таких простых (шлюзных) драг почти не осталось в эксплуатации, и большинство теперешних машин работает посредством комбинации вращающейся бочки или скрина (revolving screen) с целым рядом улавливающих столов и со стакером (галечным элеватором).

Черпаки подают породу в свалочный люк и во вращающуюся бочку, в нижней части которой имеются насадки, через которые поступает вода под большим давлением и размывает материал. То, что не проходит через отверстия бочечных листов (решето), то идет при посредстве конвейера



Фиг. 31.

Современная драга калифорнийского типа, 1927 года. Вид спереди.

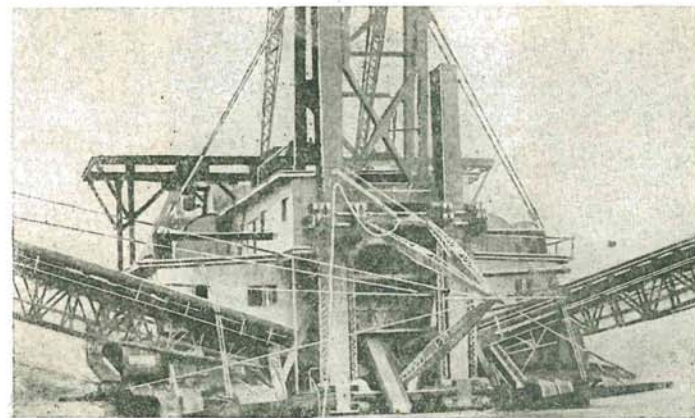
в отвалы наружу¹. То, что проходит через отверстия бочки, попадает через распределители на так называемые улавливающие столы, где породы хорошо промываются, а золото остается. Промытый материал посылается в разрез через два или три корыта или желоба, поочередно, так, чтобы распределить промытый гравий равномерно на расстоянии не меньше 6 м от коры драги.

При таком способе крупный материал сносится конвейером в отвалы, а промытый гравий открывается в разрезе на таком расстоянии, чтобы он не заваливался за драгу и чтобы можно было держать постоянный уровень воды в том резервуаре или пруде, в котором плавает драга. Такие драги имеют длину улавливающих столов в 2 или 3 раза больше, чем в простых шлюзовых драгах старых типов, и, конечно, при работе ими гораздо меньшее количество золота сносится в разрез. Конвейер, в зависимости от характера материала, выдвигается вперед шлюзового корыта (или корыт) или ставится так, чтобы сваливать крупный материал в сторону.

Конвейер является тем же стакером, только «неподвижного типа», а в современных стакерных драгах «калифорнийского типа» делается по два подвижных стакера, а иногда даже и по три.

Усовершенствованные драги, которые теперь ставятся большими компаниями, оперирующими в районе Фербэнкса и Номе, принадлежат к числу новейших стакерных драг. Не все они одинаковы, но можно дать в главных чертах общее описание для всех этих современных драг (см. фиг. 31 и 32 современной драги калифорнийского типа).

¹ Драга конвейерного типа представлена на фиг. 19 в главе III — «Подготовительные работы в вечно-мерзлых грунтах».



Фиг. 32.

Современная драга калифорнийского типа. Вид сзади.

Механизм драг устанавливается на понтоне. Во время сборки понтоны крепятся вдоль корпуса двумя продольными фермами, с поперечными укосинами. Водонепроницаемые перегородки сделаны почти на всех драгах нового типа, но их не бывает так много, как на драгах Путиловского завода.

Под главным мотором, лебедкой и другими машинами устроены клепаные фундаменты.

Все черпачные рамы представляют собой коробчатого сечения фермы; на обоих их концах приклепаны массивные стальные отливки: для прикрепления самой рамы к валу верхнего ведущего барабана — на одном конце и для установки подшипников нижнего барабана — на другом.

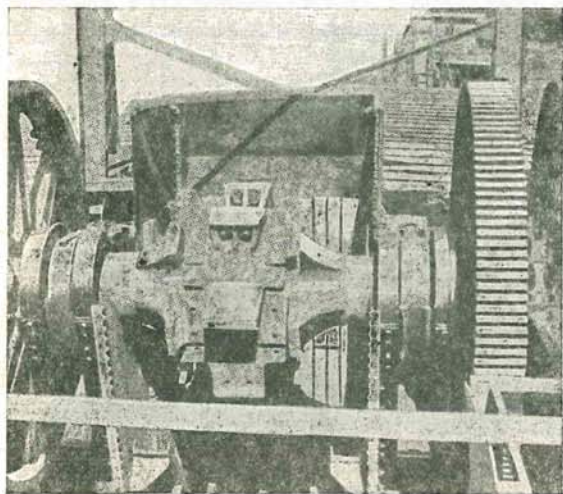
Нижние барабаны сделаны из двух частей и поставлены под давлением на валу из никелевой стали. Можно видеть на фотографии барабан, поставленный на раму, и часть черпачной цепи.

Черпаки бывают и литые, бывают и клепаные, но всегда из лучшей марганцевой стали. Такой тип черпака выработан на основании долгого опыта Калифорнии.

Черпачные пальцы все изготовлены из хромо-никелевой стали, а вкладыши или полувтулки — из марганцевистой.

Верхний барабан — стальной, шестигранный, приводится в движение зубчатыми переборами с обоих концов. Все шестерни имеют фрезерованные зубья.

На фиг. 33 видно устройство верхнего ведущего барабана, шестерен и свалочного люка. Тут же видны трубы для орошения, но не видно уловителя, который поставлен под свалочным люком.



Фиг. 33.
Верхний ведущий барабан драги завода Юба.

Бочка или вращающийся скрин приводится в движение одним роликом на нижнем конце; наверху она поддерживается двумя катящимися роликами, а внизу — двумя упорными роликами.

Листы, из которых сделана бочка, приготовлены из хорошей углеродистой стали. Отверстия сделаны не более 0,25 см.

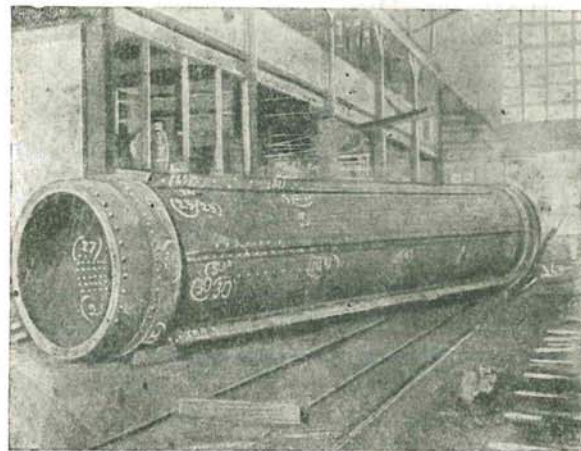
Орошение происходит через несколько насадок, поставленных в нижнем конце бочки, и двух насадок — в верхнем. Внутри бочки (фиг. 34) поставлен набор из продольных квадратных брусков марганцевой стали сечением 5×5 см.

Все части механизма изготовлены чрезвычайно основательно с большим запасом прочности. Charles Janin, которого я консультировал в Сан-Франциско по вопросам конструкций драг и который является одним из лучших дражных специалистов в Америке, сказал, что, по его мнению, такой запас прочности необходим и что современная стакерная драга является наиболее производительной машиной для добычи золота.

Возвращаюсь к описанию процесса промывки материала на драге-стакерного типа.

После обработки в бочке материал через распределитель попадает на столы, а тот, который не прошел сквозь отверстия бочечных листов, проходит внутри бочки и попадает на стакера. Стакера, как было уже сказано, представляют собой конвейеры, поворачивающиеся под любым углом и сбрасывающие материал в отвалы¹. Обычно бывает два стакера, но иногда и один, а в Калифорнии бывают даже и три. Два или три стакера ставятся для того, чтобы получить более ровные отвалы, на которых можно было бы сажать фруктовые деревья и кормовые растения, которые в Калифорнии хорошо прививаются на отвалах. В Аляске это соображе-

¹ См. фиг. 32.



Фиг. 34.
Бочка или скрин на заводе в Мерисвиле, Калифорния.

ние едва ли имеет большое значение, но все-таки стакерные драги считаются удобнее конвейерных. Стакера подают породу по резиновой ленте с качающимися щитами так, чтобы галька не могла скатываться вниз по ленте.

Материал, который проходит через отверстия бочки, подвергается дальнейшей промывке на столах, которые обычно бывают деревянные, но иногда и металлические. Улавливающие золото столы расположены по обе стороны бочки, обыкновенно в два этажа. Уклон их не велик, примерно 1:12, а потому они получают некоторое добавочное количество воды для усиления процесса промывки. Промытый материал поступает в разрез.

Трафареты обычно делаются железные, но иногда деревянные, обитые железом.

Площадь столов очень велика и достигает 675 м². Помещение для споласкивания и промывки загорожено решеткой и заперто замками, ибо хищение здесь явление обычного порядка. Устройство столов видно из прилагаемой фотографии (см. фиг. 35 — улавливающие столы).

Для передвижения драги с места на место употребляются якоря, канаты и лебедки. Обычно ставят по две лебедки на каждой драге: одна простая — для подъема черпачной рамы, а другая — для выборки наружных (земляных) канатов и для передвижения драги. Последняя имеет четыре барабана и приводится в движение от отдельного мотора (фиг. 36). Эта же лебедка служит и для подъема свай, которые имеются на всех драгах по крайней мере по одной, а чаще по две.

Сваи видны на общем виде современной драги (фиг. 32); работают они попеременно и служат для того, чтобы драга «шагала», поворачиваясь и переступая в своем движении вперед с одной сваи на другую.

Для работы драги нужно много воды, которая подается центробежными насосами. Один из насосов высокого давления подает воду для бочки, другой, — низкого давления, подает для добавочного орошения столов. Третий насос подает воду к свалочному люку около верхнего ведущего барабана и, наконец, иногда ставят четвертый насос для выкачивания воды из понтона.

Вот в самых кратких чертах описание механизма драги стальной типа. В условиях Аляски, где работа драги очень тяжела, весь механизм должен быть очень крепкой конструкции, чтобы не было надобности прибегать к частым ремонтам. Таким образом, мнение С. Липин'a находит здесь подтверждение. Мощность драги, которую теоретически показывают строители, на практике оказывается чересчур слабой: в условиях тяжелой аляскинской работы драга дает только 65—80% той мощности, на которую она рассчитывалась.

Благодаря трудным климатическим условиям, сезон работы драг в Аляске непродолжителен. Во внутренней или центральной ее части сезон длится обычно от 120 до 140 дней, т. е. начинается в конце мая или

начале июня и заканчивается в октябре. В некоторых местах, где в долинах имеются образования «наплывного льда», там сезон продолжается всего 75—90 дней.

В районе Номе на полуострове Сьюарда средний сезон длится от 125 до 150 дней, но есть места, где невозможно проработать более 100 дней в году. С другой стороны, были случаи, что в местности, называемой «Голубой Гусь» (Blue Goose), работали по 165 дней в году, а одна из больших драг в Номе проработала в 1927 г. 220 дней, начав сезон 1 мая и кончив работу 7 декабря¹.

Осенью лед мешает работе драги, но многие продолжают работать, взламывая лед, пока драга не замерзнет совершенно на месте работы.

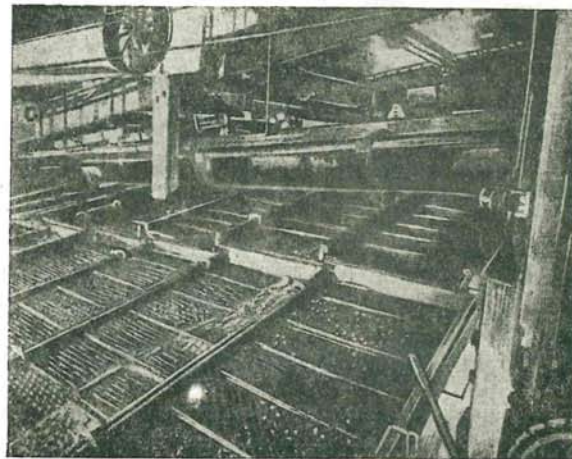
Такой способ мне кажется довольно рискованным, так как могут произойти поломки, и понадобятся ремонты. Лучше всего заблаговременно отвести драгу осенью в укромное место, где она может перезимовать, а весной пораньше приняться за работу.

Весной лед не страшен; если его взорвать или сломать около драги, то вода больше не замерзнет и никакой опасности для работ нет.

Иногда весной оттаивают лед вокруг драги паром, точно так же поступают при оттаивании первых участков земли впереди драги, чтобы можно было ранней весной сразу начать работу. Дальнейшее оттаивание грунта впереди драги идет уже при помощи холодной воды, о чем было сообщено в главе о подготовительных работах в вечно-мерзлом грунте.

На драге всегда имеется пар, так как она отапливается при помощи пара, а во время заморозков надо оттаивать паром стакеры и другие части механизмов, находящиеся снаружи.

¹ Это почти единственный случай в Аляске.



Фиг. 35.
Улавливающие столы
большой 18-футовой
драги в районе Натома,
Калифорния.

Осенью и ранней весной эти, выступающие наружу, части закрываются брезентами и образуют род коридоров, отапливаемых паром. Драги обычно работают день и ночь, в среднем 22 часа в сутки, освещаются они электричеством от отдельного генератора. Часто приходится делать ремонты и пр. и в общем, действительно, работа драги составляет не более 65—80% всего того времени, которое можно было бы проработать, если бы не было механических повреждений. Кроме того, в Аляске летом часто нехватает воды, затем бывают затруднения с оттаиванием вечномёрзлого грунта, попадают мелкие или неудобные россыпи, время идет на передвижение драги и, наконец, на сполоски столов и съемку золота.

Работают обычно в две смены, но есть компании, где работают по 8 часов в три смены. Вахта или смена состоит из одного рабочего на лебедке, одного машиниста, одного смазчика по всем механизмам и, наконец, одного или двух рабочих на берегу.

Мастер является в то же время и заведующим драгой, так что никакого другого начальства нет. В общем вся команда состоит из пяти или шести человек, считая в том числе и мастера.

На очень больших драгах, работающих при помощи электричества, и очень мощных моторах прибавляются еще электротехник и кузнец, он же и слесарь. Специального плотника не держат, так как машинист обычно довольно близко знаком с работой топором.

Мастеру платят обыкновенно от 10 до 12 долларов в день или от 275 до 300 долларов в месяц на всем готовом, т. е. квартира, стол и провоз-одежда. Машинист получает от 8 до 9 долларов в день или 225 долларов в месяц, тоже на всем готовом. Такое же жалованье получает электротехник. Смазчику платят от 6 до 7,50 долларов в день, а рабочему на лебедках, в руках у которого все управление драгой, — от 7,50 до 9 долларов.

Такие оплаты существуют в районе Номе, на полуострове Сьюарда. В центральной Аляске оплата почти такая же, в некоторых районах — в Церкле и в Айдитордском — несколько больше, а в Фербэнксе и Иннокко — чуть поменьше.

Главную статью расхода по дражным операциям составляет не рабочая сила, а движущая энергия, если не считать, конечно, стоимости оттаивания. Особенно это резко заметно там, где приходится работать нефтяными или даже керосиновыми двигателями и нет возможности получить дешевую энергию от гидроэлектрических установок. А таких изолированных мест в Аляске много. Кроме того, в сухой сезон почти везде страдают от недостатка воды. Поэтому приходится прибегать к установке дизелей, или вблизи разработки строить электродвигательные станции, как это сделали совсем недавно, в 1927 г., в Номе.

Пар был бы в таких случаях идеальной движущей силой в аляскинских условиях, но не везде его можно применить, принимая во внимание стоимость топлива и недостаток хорошей воды.

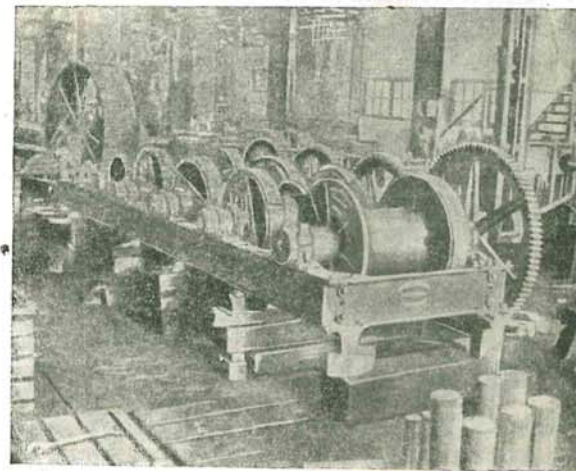
Некоторые старые драги имеют паровое оборудование, но очень устаревшего и неэкономического типа, с очень большим потреблением топлива. Лучше всего ставить локомобили современного типа и не на драгах, а строить локомобильные электрические станции. Этот род установок возможен везде, даже в самых отдаленных местах, а усовершенствованные локомобили с перегревом пара и экономайзером не так много потребляют топлива. В таких случаях считают, что топливо ложится расходом от 3,3 до 4,5 центов на 1 м³ проработанного грунта. А между тем драги, работающие с нефтяными двигателями или с керосиновыми (остались еще и такие), имеют очень высокую стоимость топлива, падающую на 1 м³ проработанного материала до 16 центов.

Там же, где драги работали от электродизельной станции, они имели расход на топливо в 4,5 цента, а работающие от небольшой гидроэлектрической установки — в 3,3 цента на 1 м³.

Надо принять во внимание, что дистиллат (керосин) в отдаленных районах стоит очень дорого — до 60 центов за галлон (3,79 л).

Дизельное топливо стоит в некоторых местах Аляски от 30 до 36 центов за галлон (3,79 л), между тем как в городе Сьюарде керосин стоит 17 центов, а моторка — 8 центов за галлон (3,79 л).

Поэтому во многих местах переводят драги на электрическую энергию, которую получают от новых гидроэлектрических станций. Сооружение этих станций стоит дорого, потому что воду приходится брать с гор издали и проводить дорого стоящие водопроводы. Одна такая станция находится на речке Кэч Крик (Cache Creek) и дает энергию по 1,68 цента за kWh, что составляет 3,77 цента на 1 м³ проработанной породы (см. фиг. 37, изображающую гидроэлектрическую станцию).



Фиг. 36.

Четырехбарабанная лебедка во время сборки на заводе в Калифорнии.

На другой гидроэлектрической станции, около Фербэнкса, ток стоил дешевле и ложился в 3,4 цента на 1 м³ породы. Обе станции работали на переменном токе; ток в 2300 V повышали до 11 000 V, затем его посылали на трансформатор около драг, где снова понижали до 2300 V. Драги работали на 440-вольтовом напряжении и имели на борту трансформаторы для понижения тока с 2300 до 440 V.

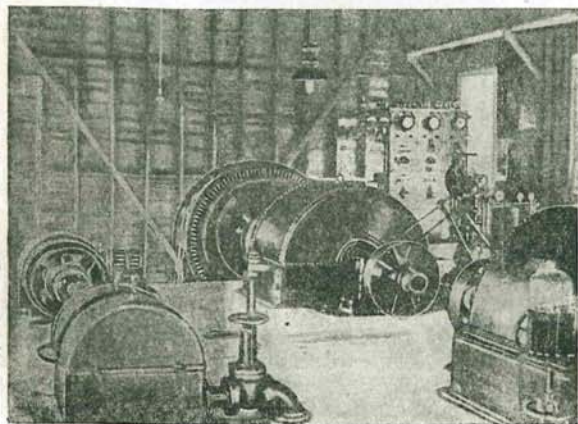
Самая большая электрическая станция находится в городе Номе и состоит из 6 дизелей по 550 л. с.

Каждый дизель соединен непосредственно с генератором переменного тока в 2300 вольт. Затем ток трансформируется до 11 000 вольт и передается за 3—5 миль к драгам.

Около Фербэнкса строилась и в 1928 г. была пущена в ход паровая электрическая станция. Так как она связана с Аляскинской железной дорогой, то она может получать уголь по недорогой цене, и этот род топлива является самым подходящим для этой местности. Станция эта связана с проектом новых расширительных работ и является частью общей программы, задуманной и выполняемой так называемой «Фербэнкс Эксплоейшен Компани», которая вкладывает в дело многие миллионы для постройки плотин, водопровода, общей длиной до 100 миль, сифонов, трубопроводов, паровой станции, драг и т. д. (фиг. 38).

Теперь посмотрим, во что обходится в Аляске драгирование, считая его на 1 м³ добытого черпаками и пропущенного через бочку материала.

На полуострове Сьюарда стоимость работ у разных фирм совершенно разная и в общем колеблется от 20 до 47 центов за 1 м³. У одной и той же драги имеются большие колебания в зависимости от успешности или неудачи того или другого сезона. Но хорошо управляемое хозяйство обычно дает стоимость драгирования не выше 25 центов на 1 м³; повышение стоимости до 35 центов относится на счет несчастных случаев,



Фиг. 37.
Гидроэлектрическая станция в Аляске.

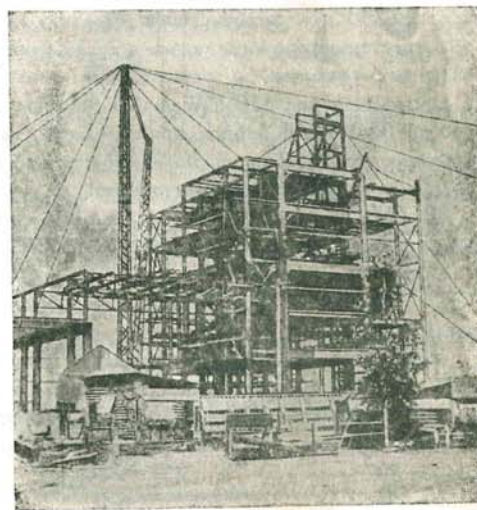
необычно тяжелых условий работы или на счет плохого управления. Надо заметить, что содержание золота в россыпях Аляски обычно не превышает 43—67 центов на 1 м³, а часто опускается и до 32 центов. Только на некоторых отводах имелось содержание золота за последние годы от 68 до 92 центов на 1 м³.

Поэтому в Аляске очень строго смотрят за стоимостью эксплуатации драг и принимают все меры к снижению себестоимости. Калькуляция в некоторых местах поставлена не плохо; например, в районе Номе можно ознакомиться с весьма хорошими материалами по себестоимости эксплуатации 11 различных драг. Некоторые из них имели операционную себестоимость 1 м³ в 20 центов, а некоторые в 36 центов. Средняя была 28,8 центов. Амортизация и проценты вместе по их подсчету списывать только в 9,8 цента на 1 м³, тогда как, по моему мнению, они должны быть подсчитаны приблизительно в 15 центов на 1 м³.

Другая дражная компания показывает записи, по которым выходит, что 1 м³ обходится в 31 цент, считая в том числе оттаивание и амортизацию. Хотя у этой компании (в Номе) условия работы были очень благоприятны и сезон длился семь месяцев, однако такую себестоимость я считаю преуменьшенной.

Из данных других компаний видно, что одна драга, принадлежащая компании «Уайлд Гус» (Wild Goose M. and Company), давала среднюю оперативную стоимость 1 м³ в 24,68 цента.

Вторая драга той же компании работала по 23,4 цента за 1 м³, но оттаивание, кроме того, стоило по 17,5 цента, так что полная себестоимость была 40,9 центов за 1 м³ при содержании золота на этих отводах 72,3 цента в 1 м³.



Фиг. 38.
Постройка котельного здания для новой электрической станции в Фербэнксе.

В местности, называемой Оттер Крик (Otter Creek), работает компания «Beaton and Donnelly»; она показывает оперативную себестоимость 1 м³ драгированного материала в 29,1 цента.

На реке Кэч Крик на полуострове Сьюарда, там же, где поставлена новая электрическая станция, имеется в работе несколько драг. Имеются данные за 1925 оперативный год, из которых видно, что рабочая сила стоила 40 794 доллара 37 центов, снабжение материалами и энергией — 23 118 долларов 39 центов и т. д., а всего расходов было за год — 73 013 долларов 38 центов, что дает 43,26 цента на 1 м³. Всего рабочих дней за сезон было 151, потеряно было 30 дней, т. е. использовано было 83% за сезон. Всего проработано было 299 863 м³ породы.

В той же местности работает драга другой компании; за тот же год у нее имеется параллельная калькуляция себестоимости работ в следующем виде:

Стоимость рабочей силы	25 444,06
Снабжение энергией и пр.	14 632,34
Канторские расходы	469,32
Общие накладные расходы	2 075,78
Путевые расходы ¹	1 581,14
Страховка и налоги	2 956,04

Итого 47 158,68

Драга работала всего только 99 дней, потому что в засушливое время не было воды и пришлось стоять. Открыто было 142 841 куб. ярд, что дает оперативную себестоимость в 33,02 цента за куб. ярд (0,75 м³).

Одна 8-футовая электрическая драга работает в Номе и принадлежит Аляскинской компании (Alaska Mines Co).

В прошлом сезоне она проработала 196 000 куб. ярдов породы, в том числе 25 290 куб. ярдов старых отвалов.

Себестоимость определилась в 27 54 цента на куб. ярд плюс 5,83 цента накладных расходов, а всего 33,37 цента. Энергию драга получала от силовой станции 650 kW по 6,5 цента за киловатт-час. Из общей выработки 88 807 куб. ярдов приходится на вечно-мерзлый грунт, который оттаивали холодной водой, по 11,49 цента за куб. ярд. Этот расход включен в общую оперативную стоимость.

В Средней (Центральной) Аляске считают, что оперативная стоимость проработки одного 1 м³ может считаться в среднем в 20 центов без амортизации. Правда, есть случаи, когда 1 м³ обходится в 37,1 цента с накладными расходами, но такие случаи нельзя считать типичными.

Для определения себестоимости 1 м³ проработанной породы необходимо, конечно, иметь точный обмер проработанной площади и определить ее средние глубины. Замеры на драге делают каждые 5 дней или каждую неделю. Принято отмечать в журнале ежедневно, если произошло изме-

¹ Мне не удалось точно выяснить, что надо понимать под этим термином.

нение глубины, заметное по работе черпаков, и тогда, конечно, делают внеочередной замер.

Площадь обычно подсчитывают предварительно до разработки, затем наносят контур россыпи на план и замеряют площадь планиметром. Если разведка шла впереди драги, то для предварительного подсчета объема пользуются данными глубины по журналам разведочных скважин, но всегда вводят поправки на основании замеров, сделанных после проходки драги. У аляскинских компаний замеры и журналы в большинстве случаев в порядке так же, как данные разведки и бухгалтерская отчетность.

По данным бухгалтерии можно было установить стоимость некоторых драг. Так, примерная стоимость 2-футовой драги комбинированного типа показана в оценке в 48 000 долларов; 3½-футовой стакерной драги — в 86 000 долларов, 4-футовая стакерная драга оценена в 100 000 долларов, 5-футовая почему-то в 200 000 долларов, а 6-футовая только в 215 000 долларов. Семифутовая стакерная драга мощностью в 400 л. с. и весом 825 т оценена в 235 000 долларов.

Все это данные ф. о. б. Сан-Франциско, а стоимость фрахта и сборки на месте установить точно нельзя было, но по аляскинским условиям для центрального района надо считать, что на месте около Фербэнкса в собранном виде драги стоят на 27—40% дороже стоимости ф. о. б.

Многие из драг, проработавшие определенное количество времени на одном и том же месте, передвигаются на другое, после того как этот участок был выработан или оказался невыгодным.

Часто прежний владелец делается банкротом, и драга, попадая в другие руки, переезжает на новое место не только в той же долине, но и на большие расстояния от старого места, в другой долине и на другой реке. Поэтому трудно установить по книгам, какова амортизация той или иной драги, потому что, кроме данных о себестоимости ф. о. б., есть еще масса дополнительных данных о перепродаже, скидках, стоимости перевозки, ремонта и т. п.¹

В Аляске так привыкли к перевозке небольших драг, что считают их так же легко передвигаемыми, как если бы они были на колесах. Их зачастую вытаскивают на берег, помещают на катки и перетаскивают воротом на очень большие расстояния так же, как обычно перетаскивают в Америке целые дома. Так поступают с драгами весом до 250 тонн. Деревянные драги большого размера до 450 тонн распиливаются вдоль по корпусу на две части и перетаскиваются затем на расстояние 24—32 км и более на новое место в другой долине.

У нас тов. Ершов на Урале тоже делает так и этим ускоряет работу. В других районах к этому еще не привыкли, но это нужно делать. Кроме того, нужно самим на месте строить небольшие драги, как это делали в Мартайге или на Дальнем Востоке в бытность там т. Перышкина.

¹ Данные взяты из Mineral Industry of Alaska. U. S. Bureau of Mines, 1927.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

Разработка россыпей открытыми разрезами и шахтами

Открытые работы бывают безубыточными в условиях Аляски там, где слой грязи и ила (тундра), лежащий сверху гравия, не очень глубок — не более 0,6—0,9 м.

С выгодой же они применяются главным образом там, где и сам слой золотосодержащего гравия не глубок, не более 2,4—3 м до постели или почвы (в Аляске называется «Бед-рок», т. е. постель-скала). В тех местах, где россыпь занимает большое пространство, применимы более совершенные способы, но на небольших участках или отводах применяются такие методы работы, которые не блещут новизной и немногим отличаются от наших уральских и сибирских приемов — те же кирка и лопата, те же шлюзы и т. д. Механические способы разработки за последнее время стали довольно широко применяться; о них мы поговорим ниже, пока же я вкратце опишу наиболее характерные случаи применения мускульного труда на золотых приисках Аляски.

Весьма интересно остановиться на применении ручного труда при разработке береговых россыпей Номского района. Там встречаются два рода россыпей: те, которые лежат на современном берегу моря, и древние россыпи старой береговой полосы, прикрытые мощными отложениями галечников. Обе категории россыпей получили свое золото из двух источников, но почти одним и тем же путем. Часть золота принесена течением рек, размывавших золотосодержащие породы внутри страны, а часть концентрировалась из размываемых волнами прибоев отложений прибрежной полосы. Во время сильных бурь волны размывают, смывают рыхлый материал и обрабатывают его у берега. Частицы золота концентрируются на непроницаемом слое глины, которая служит почвой для всех россыпей побережья. Поэтому старательский сезон усиливается после каждой бури, и масса народа достает этот «золотой концентрат» из-под слоя песка и промывает его на рокерах.

Современный берег, разрабатываемый мускульной силой старателей, тянется на 24 км, и почва сплошь представляет собой золотосодержащую россыпь. У самой воды она представлена в виде тонкого слоя песка красноватого цвета, дальше от берега идет галька, но не крупная, не более 5 см

в диаметре. Толщина песочных отложений над пластом водонепроницаемой глины составляет 0,3—2,4 м, золото содержится в нижней части россыпи около самого глинистого пласта; слой наиболее интересный для эксплуатации не бывает толще 0,3 м.

В настоящее время прибрежная полоса сильно выработана, но все-таки много народа работает на ней, особенно после бурь, пользуясь для промывки рокерами, в роде нашего вашгерда. Этот прибор называется «Длинным Томом», и при промывке на нем пользуются водой морского прилива, который, так сказать, автоматически подает воду в головку рокера через каждые $\frac{3}{4}$ —1½ минуты. В ящике рокера иногда, кроме графареток, положены еще и амальгамированные листы. Материал для промывки доставляется к головке рокера тачками по тому же, вероятно, способу, что и у нас в Сибири.

Второй старый морской берег Номского приморского района находится на расстоянии 4,8 км от северного берега; третий, самый «древний берег», отстоит от моря на 5 миль и является самым богатым из всех. Глубина залегания здесь значительна — от 9 до 0 м, при мощности россыпи в 1,2—1,5 м. Третий «древний берег», конечно, захвачен крупными компаниями, которые эксплуатируют его современными способами с применением всех усовершенствований техники, вкладывая в это дело большие капиталы. Здесь работают драги или гидравлические крупные устройства, иногда наблюдается комбинирование обоих этих способов разработки.

Второй «древний берег» разрабатывается отчасти открытыми разрезами с применением мускульного труда, а «современный берег», как я уже сказал, разрабатывается почти исключительно ручным способом. Выработка, конечно, тут небольшая: один человек промывает за 10 часов 2,25—3,75 м³ песка на двух «Длинных Томах» и ему очищается 2—3 доллара в день.

Открытые работы в настоящее время применяются не только в районе Номе, но и во многих других местностях Аляски, например, около Фербэнкса, затем по рекам Юкону, Танане и другим. Работы эти не везде механизированы, и еще много старателей работают там, где большие компании не нашли для себя выгодным захватить тем или иным способом участки или отводы и вести эксплуатацию в крупном масштабе.

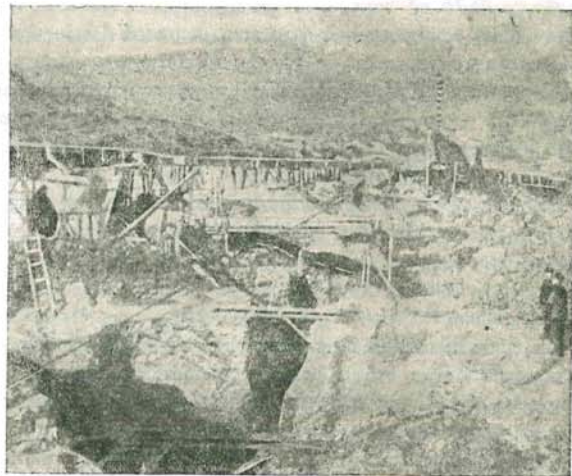
Общий принцип работы разрезами состоит в том, чтобы смыть водой грязь и ил, лежащие сверху гравия. Затем остается до постели 2,4—3 м золотоносной россыпи, но повернуть всю эту толщину лопатой совершенно немислимая вещь. Поэтому обычно пользуются услугами воды из речки или из канавы, чтобы смыть верхние пласты гравия с малым содержанием золота, которое главным образом лежит внизу, около постели. Обычно сначала роют небольшую канаву, по которой пускают воду, и помогают ей размывать песок и гравий. Получается нечто вроде большого обогатительного почвенного корыта — гравий уносится с водой, а частицы золота осаждаются в нижних слоях гравия, обогащая его.

Затем роют другую канаву, параллельно первой, и заставляют воду проделывать там ту же работу. Так постепенно будет смыт верхний слой гравия на всем участке и останется лежащий непосредственно над постелью самый богатый слой гравия, который затем промывается обычным путем.

Так работают иногда и очень большие компании, применяя этот способ в крупном масштабе (фиг. 39).

Работа ведется почти везде по одному и тому же принципу смывания верхних пластов, но в разных местах устроены разные и очень остроумные приспособления, чтобы не тратить лишнюю воду и т. п. Старатели в Аляске не менее изобретательны, чем их уральские и сибирские собратья, и имеется много интересных типов плотин с автоматическими воротами и подъемными шлюзами, которые накапливают воду и затем подают ее в разрез под большим давлением и с большой скоростью, чтобы промывка велась скорее и энергичнее.

Как я уже сказал, изобретательность старателей очень разнообразна, и это видно из многочисленных и остроумных приспособлений для промывки. Разных вашгердов, рокеров и целых машин с ситами, решетками и концентрационными столами, джигами и т. д. имеется в Аляске и в Калифорнии неисчислимое множество. Правда, часть из них, пожалуй, никуда не годится, но многое очень интересно для мелкой разработки. Изобретательность наблюдается также и при разработке песчаных и гравелистых отелей рек при разработке самого русла реки, в работах довольно большого масштаба. Устраиваются различные отводные каналы, заградительные плотины сверху и снизу того участка речки, на котором производится разработка. Верхняя и нижняя плотины соединяются или боковой канавой



Фиг. 39.
Открытые работы
Бонава Крик.

или деревянным желобом, или русло речки перегораживается дамбой между плотинами, вдоль течения, пополам, и сначала разрабатывается одна половина, а потом другая.

Очень много интересного можно видеть также в устройстве различного рода шлюзов.

Старательский стандартный тип промывочного ящика или шлюзового звена имеет около 0,3 м шириной и около 3,6 м длиной с уклоном 15 см на эту длину. Обычно ставят ряд ящиков и передний из них поднимают на козлы. Дно обшито трафаретками. Вода проводится к головке ящика по канавке прямо от плотины или же по трубе. Гравий подается лопатами прямо в головку ящика, что и устанавливает наиболее удобную ширину разреза в 3,6 м по 1,8 м направо и налево от ящика.

В ящик подается только легкий материал, камни отбрасываются; кроме того, часто ставится решетка (грязли) в роде нашей бутарной.

В промывку идут нижние слои гравия, лежащие постелью, и иногда верхняя часть постели, если она не очень твердая и поддается кирке и лопате. Работа эта в общем очень тяжелая, потому что приходится перебрасывать лопатой или при помощи тачки очень много тяжелого гравия на высоту около 1,8 м до головки ящика. В обычных условиях Аляски один человек перебрасывает лопатой от 3 до 7,5 м³ за 10 часов, при высоте подачи от 0,9 до 1,8 м и при глубине отрывки от 0,3 до 0,9 м. При работе с подвозом тачкой производительность уменьшается в зависимости от расстояния.

Как мы видели, работа лопатой или тачкой комбинируется почти всегда с предварительным смыванием верхних слоев гравия.

Само смывание обходится не так дорого. Но работа киркой и лопатой вместе с промывкой обходится много дороже, колеблется от 1,25 до 4 долларов за 0,75 м³ гравия. На полуострове Сьюарда был разработан разрезом один отвод длиной 150 м и шириной 15 м, причем смывание верхних слоев грязи, песка и гравия на общую глубину до 7,5 м обошлось в 9,3 цента за 1 м³. Лопатой обрабатывали нижний слой гравия в 0,75 м толщиной, лежащий непосредственно на постели, и эта работа стоила по 3,06 доллара за 1 м³, так что комбинированная стоимость всей работы определяется в 30 центов.

В Рампарском районе в разрезе длиной 180 м и шириной 3,6 м были смыты в о д о й 5,4 м грязи и гравия по 24 цента за 1 м³. Затем 0,6 м гравия проработаны были лопатой по 2,92 доллара за 1 м³. Комбинированная стоимость была 50,6 центов за 1 м³.

В районе Раби в разрезе 60 × 18 м дерн был снят ручным способом, затем грязь и гравий смыты на глубину 1,8 м по 37 центов за 1 м³. Наконец, последние 0,6 м были проработаны лопатой по 1,65 доллара за 1 ярд (0,75 м³), что дало комбинированную стоимость в 77 центов за 1 м³.

Как бы то ни было, но стоимость работы во всех этих случаях очень велика по сравнению с калифорнийскими разработками. Это не мудрено,

потому что приходится иметь дело с вечно-мерзлым грунтом и работать в тяжелых аляскинских условиях. Для облегчения и, конечно, главным образом для удешевления работ применяют механические способы подачи гравия на шлюз. Для этого ставят паровую лебедку в 5—10 л. с. и употребляют черпаки емкостью в 5—8 тачек. В районе речки Офир Крик работает одна такая механическая подача и благодаря отчасти ей удалось снизить комбинированную стоимость работ до 56 центов за 1 м³. На речке Читам Крик было смыто водой 3 м поверхностного пласта — грязи и гравия, а затем было проработано при помощи лопаты и подано черпаком к головке шлюза около 1,2 м гравия и почвы. Комбинированная стоимость была 62 цента за 1 м³.

Поэтому очень большое внимание обращено теперь на механизацию добычи и, где только возможно, применяют различные машинные приспособления. Полезно упомянуть о некоторых из них.

Наиболее интересной является работа при помощи скрепера или механического скребка, каковая еще так недавно была очень распространенной в Аляске, а теперь вытесняется более совершенными методами работы, главным образом драгами. Из оставшихся в употреблении типов скрепера можно указать на бездонный скрепер, или скребок Бэгли, и на скользящий скрепер облегченного типа; оба они находят применение на небольших приисках, а также при гидравлических разработках для уборки отвалов.

При работе тем или другим скрепером (скребком) заранее снимают слой мха и дерна, а затем смывают водой верхние слои гравия для уменьшения объема и для обогащения золотосодержащей породы, которую скрепер будет подавать к ящику шлюза для промывки. Работу скрепером начинают обычно в июне и кончают в сентябре или начале октября.

Большой расход пара, дороговизна рабочей силы, крупные расходы на оборудование, износ канатов и большие издержки по ремонту, при сравнительно небольших объемах разрабатываемой россыпи, ставят известные пределы распространению скрепера. Однако, в некоторых местах все-таки считают выгодным его употреблять, причем предпочтение определенно отдается бездонному скреперу типа Бэгли.

Этот скрепер может работать любой стороной к земле, и края его снабжены зубьями для сдирания почвы. Передвигаясь вперед при помощи ведущего каната, скрепер Бэгли подает полную свою емкость и еще толкает впереди себя значительное количество рыхлой породы. Разгрузка производится оттяжкой скрепера назад. Чтобы двигать скрепер вперед и назад по разрабатываемому участку, употребляются лопаты, которые поддерживаются блоками (шкивами) диаметром около 40 см, установленными на стойках. Впереди, где скрепер останавливается и выгружается в ящик шлюза или в вагонетку, там ставят две более крепкие стойки с двумя головными или ведущими шкивами, диаметром от 75 до 90 см. Вперед скрепер идет при помощи главного, ведущего каната, прямо присоединяемого к первому барабану паровой (или иной) лебедки; назад его двигают

двумя подтяжными канатами, которые проходят через блоки на двух задних стойках, затем через два направляющих шкива и, наконец, присоединяются ко второму и третьему барабанам лебедки. Таким образом, двигая поочередно эти три барабана, можно работать скрепером в любом направлении в пределах эксплуатируемого участка или отвода.

В крупных установках скрепер разгружается в особую вагонетку, которая при помощи добавочной лебедки и шкива, поставленного на высокой, 15-метровой мачте, поднимается к головке шлюза и там выгружается в его завалочный ящик. Тут нужна добавочная лебедка и лишний обслуживающий персонал, но многие думают, что этот расход оправдывается, так как при работе скрепера с непосредственной выгрузкой в шлюзовую ящик нужно затаскивать скрепер вверх, нужен более длинный ход канатов, и работа делается гораздо медленнее.

При перегрузке золотоносного гравия из скрепера в вагонетку и при нормальном ходе работ скрепер Бэгли делает от 30 до 40 пробегов в час, и средняя величина подачи материала к головке шлюза колеблется от 15 до 25 м³/час.

Одна из крупных разработок россыпей при помощи скрепера Бэгли расположена в районе Фербэнкса около Гильмер Крик. Там работают 5 скреперов при глубине смываемого водой непроизводительного слоя в 6,3 м, при 2,4 м золотоносной россыпи и 0,6 м постели. Эти последние 3 м удаляются при помощи скрепера.

На этом прииске на площади отвода около 10 800 м² употребляются скрепера емкостью от 1,3 до 1,7 м³ каждый. Паровой котел мощностью в 180 л. с. обслуживает 5 лебедок сразу. Стоимость работы скрепером и промывка гравия и 0,3 м почвы или постели колеблется от 60 до 90 центов за 1 м³, а комбинированная стоимость смывания поверхностного слоя — работы скрепером и промывка — колеблется в пределах от 50 до 65 центов за 1 м³, не считая амортизации оборудования, стоящего около 20 000 долларов.

Около самого города Фербэнкса существует другая типичная установка со скрепером Бэгли, на которой работают около 14 человек в две смены, но, к сожалению, нет точных данных о стоимости эксплуатации, которую владелец определяет «на-глаз» в 56 центов за 1 м³ комбинированной выработки. В Айдитордском районе по речке Уиллоу Крик одна установка такого же рода работает уже пять лет, причем комбинированная стоимость выработки 1 м³ определяется в среднем в 68 центов.

В маленьких открытых разработках употребляют более легкие скрепера, так называемого «скользящего типа», которые имеют сплошное дно, а режущий край снабжен крепкими зубьями. Чтобы этот режущий край мог погрузиться в породу и скрепер начал бы работать, надо приподнимать каждый раз его заднюю часть, для чего нужны специальные люди. Нагруженный скрепер при помощи каната и лебедки подтягивается к головке шлюза, где зубья скрепера зацепляются за специально устроенный порог,

и скрепер перевертывается, выгружая свой груз в завалочный ящик шлюза. Затем оттягивают «скользящий скрепер» обратно и повторяют ту же операцию снова и снова, пока не пройдут борозду надлежащей глубины. Тогда начинают вторую параллельную борозду и так далее.

При длине пробега от 45 до 90 м скользящий скрепер емкостью в 0,56 м³ может сделать от 10 до 20 ходов в час и подать от 45 до 75 м³ породы за 10-часовую смену.

Одна из таких установок работает в районе Инноко¹, и комбинированная стоимость выемки 1 м³, считая съемку, работу скрепера и промывку, определяется в 116 центов.

В районе Хот Спринг был разработан отвод размерами в 87 × 42 м. 1,2 м грязи и верхнего гравия были смыты водой, 2,1 м гравия и почвы было снято при помощи скользящего скрепера и подано к шлюзу на промывку. Комбинированная стоимость разработки всех 3,3 м россыпи обошлась по 118 центов с 1 м³.

Как видно, стоимость работ этим способом довольно высока, а потому этот скрепер мало теперь применяется и заменяется или тяжелым скрепером Бэгли или работой с подвесным экскаватором. Теоретически подвесные экскаваторы должны работать лучше и дешевле, чем скрепера Бэгли, так как они не нуждаются в добавочной подъемке породы при помощи вагонетки, а подают, поднимают и автоматически выгружают породу прямо в завалочный ящик шлюзов. Они дешевле стоят, меньше задалживают человеческого труда и паровой энергии. Но им недостает подвижности скреперов Бэгли и они не могут обслуживать отводы таких больших размеров, как скрепера.

В Аляске употребляют подвесные экскаваторы с черпаками в 0,56 м³ емкостью. Черпак похож на скрепер скользящего типа, но он соединен при помощи шарнирной вилки с подвесной тележкой, которая ходит по путевому канату взад и вперед. Когда черпак находится на месте его работы в выемке, то ослабляют путевой канат и отпускают ведущий канат, чтобы он мог захватить достаточно породы. Затем подбирают ведущий канат и, когда черпак наполнится, натягивают крепко путевой канат и начинают выбирать на барабан ведущий канат. Черпак вместе с тележкой поднимается вверх по путевому канату, как по рельсе, и опрокидывается в ящик у головки шлюза. Затем пустой черпак с тележкой скатывается обратно своим собственным весом по путевому канату до места погрузки в выемку, и работа начинается снова (см. фиг. 40), изображающую работу подвесного экскаватора).

В результате ряда движений взад и вперед получается в разрабатываемой россыпи клинообразная выемка, узкой частью обращенная к завалочному ящику шлюза, длиной примерно в 75 м и шириной в основании от 31,5 до 36 м. Скорость операции превышает при нормальных условиях

¹ См. карту Аляски.

30 пробегов в час. Такой подвесной экскаватор существует на речке Голдстрим Крик, где предварительно было смыто 2,1 м поверхностных пластов, а затем приступлено к разработке 3 м самой золотоносной россыпи.

Условия работы были очень нерегулярны, и нельзя по этой установке сделать какие бы то ни было выводы о себестоимости.

Нельзя было также установить точных цифровых данных по работе других подвесных экскаваторов, но общее впечатление было такое, что работа подвесным экскаватором обходится дешевле, чем скрепером, а оборудование стоит много меньше.

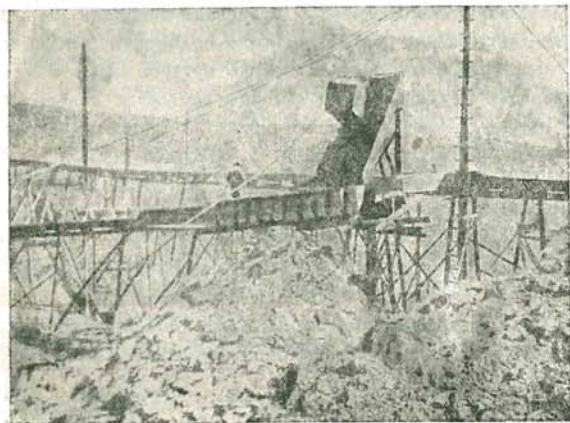
В некоторых местах Аляски употребляют паровые канатные экскаваторы, иногда поставленные на гусеничном ходу. Во время работы экскаватор стоит на месте, забирает своим черпаком породу в выемке, затем подтягивает канатом черпак кверху, поворачивается к головке шлюза и выгружает гравий в завалочный ящик для промывки.

Такой канатный экскаватор типа «Бюсайрус», поворачиваясь вокруг своей оси, может обслуживать круглую выемку с радиусом, равным вылету стрелы экскаватора. Когда достижимое для него пространство выработано, нужно передвинуть экскаватор дальше, но так, чтобы каждый раз он мог достать до шлюза и выгрузить гравий в ларь или в воронку для промывки.

Экскаватор этого типа хорош для разработки немерзлого гравия без валунов и с мягкой постелью. Если он снабжен гусеничным ходом и может легко передвигаться, то его можно вполне рекомендовать для разработки небольших изолированных площадей.

Паровые лопаты также могут работать как экскаваторы, и в некоторых местностях Аляски они работают с неменьшим успехом.

По речке Уиллоу Крик около 6 лет работает паровой канатный экскаватор, изготовленный на заводе Бюсайрус в Южном Мильвоки. Он имеет



Фиг. 40.
Работы при помощи
подвесного экскава-
тора.

стрелу длиной 18 м и черпак в 1,12 м³, платформа его свободно вращается вокруг своей оси и сам экскаватор может передвигаться взад и вперед.

Котлован или выемка, которую он разрабатывает, имеет 45 м в длину и 36 м в ширину; разработка этого котлована потребовала пять перестановок машины, так как она должна всегда находиться от шлюзовой воронки не более, как на 18 м. Иногда шлюзовую воронку или ларь (ящик), так же как и первое звено шлюза, устанавливают на крепкой деревянной раме, снабженной колесами, чтобы можно было передвигать все промывное приспособление. Остальные шлюзовые корыта или звенья делаются также передвижными. Для этой установки был сделан шлюз из 10 корыт или звеньев по 3,6 м длиной каждое.

Воды требуется для этой установки 150 рудничных или прискоковых дюймов. Рабочий стоит у воронки шлюза с водобоем в руках и, как говорится в Аляске, «прокипичивает» завалку.

Экскаватор, так же как паровая лопата, нормально подает 40 черпаков в час или 45 м³. С одной перестановки делают в 7 смен выемку от 1350—1800 м². За сезон разрабатывают площадь до 14 400 м², снимая поверхностный слой, который не промывается, а затем слой гравия, который промывается, всего на общую глубину в 5,7 м. Средняя комбинированная стоимость за 1 м³ определялась в 21,3 цента (фиг. 41 показывает работу паровой лопаты в районе Юкона).

Юконское золотопромышленное общество предполагало поставить весь шлюз на колеса и передвигать его вдоль выработки одновременно с паровой лопатой. Такая установка должна уже работать, причем для снятия верхнего болотистого слоя должен был быть применен экскаватор, а подавать гравий в шлюз должна была бы паровая лопата завода Марион в Огайо. Работа, как предполагали, пойдет много скорее. Такого рода установки будто бы существуют уже в районе Карибу Крик.

Шахтные разработки золотых россыпей Аляски применяются там, где залежи покрыты сверху очень толстым слоем грязи и болота, или там, где верхняя часть залегающих гравия содержит золото в ничтожном количестве, а толщина слоя настолько велика (до 36 м), что исключает возможность разработки другим каким-либо способом. Обычно, наиболее богатая золотом часть россыпи лежит в 0,6—0,3 м от постели (почвы), а часто даже



Фиг. 41.
Работы при помощи
паровой лопаты в рай-
оне Юкона.

на ней или даже в ней, так что при подземной разработке россыпи в этих местах выбирают около 0,45 м постели и 1,2—1,5 м гравия (песка).

Когда-то шахтные разработки были очень распространены в районах Номе, Фербэнкса, Хот Спринг, Раби, Толованы и др., но теперь их уже выработали и дорабатывают небольшие шахты по Юкону и в долине Тананы. Новых россыпей, которые были бы также богаты, как разработки 20 лет тому назад, теперь, конечно, нет; разрабатывают более бедные залежи, которые ранее никого не интересовали, или выбирают места, пропущенные прежними владельцами (operator).

Многие предприниматели, мелкие, конечно, прогорели при вторичной разработке старых шахт; новых шахт давно уже не закладывают, а между тем еще не так давно существовали шахты, где работало по 50 человек одних только забойщиков. В настоящее время осталась какая-нибудь дюжина предприятий этого рода, задалживающих более чем 15—20 человек со всеми подсобными рабочими вместе и вырабатывающих по 4500 м² площади постели.

Все остальные мелкие шахты, которые теперь работают, имеют по шесть, по восемь человек и работают в одну смену. Сюда же включается «инженер» на лебедке, который одновременно исполняет все работы наверху, он же является единственным пожарным.

Большинство шахт ведет выработку в вечно-мерзлом грунте, что очень облегчает работы и снижает стоимость их, так как можно обходиться без креплений. Работа ведется в некоторых шахтах зимой и летом, потому что в вечно-мерзлом грунте и зимой и летом можно одинаково работать без креплений. Однако, оттаивание замерзшего за зиму материала перед весенней промывкой стоит денег; кроме того работа зимой требует больше пара и работы зимой ведутся без проверки выбираемого золотоносного гравия, который извлекается из шахты и замерзает наверху, и нет возможности промывать его. Поэтому большая часть шахт работает только летом и лишь некоторые эксплуатируются целый год.

Оборудование всех ныне работающих шахт — сплошь старое и сборное, купленное из вторых рук. Старые котлы, лебедки, насосы, которые работают в этих шахтах, много лет тому назад были новыми и сильно износились, переходя из рук в руки, но они по цене доступны мелкому предпринимателю, который не в силах завести новое оборудование. К тому же в настоящих условиях помещение капитала в новое шахтное оборудование едва ли могло быть выгодным.

Маленькие шахты обычно оборудованы котлами от 15 до 30 сил морского или вертикального типа и одноцилиндровой лебедкой 15 × 15 см. В среднего размера шахтах имеются котлы мощностью в 60 л. с. и двухцилиндровые лебедки 13,75 × 20 см (диаметр цилиндров и ход поршня).

Так как малые шахты работают в одну смену, то оттаивание производится после смены так же, как качание воды для промывки (летом). Поэтому можно обходиться небольшим котлом.

Шахтное оборудование состоит обычно из 15—35 паровых штанг или поинтов, рукавов и паропровода, из самопрокидывающейся бадьи, насоса, тележки, тачек, каната, блоков, набора кузнечного и плотничного инструмента и пр.

Наверху поставлен шлюз для промывки, который получает воду из канавы или от насоса.

Такое новое оборудование, какое употребляется на шахтах в Аляске, стоит теперь около 10 000 долларов, а из вторых рук оно приобретается по частям, подбирается вместе и обходится 1 500—2 500 долларов. Точно так же старый котел приобретается по-дешевке с какого-нибудь баркаса, где его заменили нефтяным двигателем. При таком старом оборудовании, при отсутствии изоляции паропроводов, нет ничего удивительного, что пар обходится очень дорого, да и лебедка пожирает очень много пара, который в старом парящем кругом котле получается в среднем по цене 7 центов на 1 л. с./час.

Как бы то ни было, благоприятные условия вечно-мерзлого грунта, не требующего крепления, полное отсутствие перемежаемости мерзлых участков с тальми, устойчивость пород и чрезвычайно удобная для разработки постель, состоящая из разложившихся сланцев, — все это дает возможность с некоторой выгодой работать даже при таком допотопном оборудовании.

Обычно все эти шахты проведены по одному общему для Аляски образцу, и строго говоря, представляют собой обыкновенный маленький, довольно скверно устроенный и плохо оборудованный рудник. В Калифорнии есть тоже такие шахты для извлечения золотоносного гравия со старого русла рек, прикрытого сверху лавой и наносами глубиной 22,5—48 м. Но калифорнийские шахты, например, в районе Калавераса, около Энжель Кэмп, куда лучше оборудованы.

Каким же образом устраивают шахты и штреки в Аляске?

Обычно в середине отвода (или участка) пробивают шахту через слой грязи, ила, песка и гравия до постели почвы и углубляют в нее, чтобы был уклон для откатки вагонетки и для стока воды в зумф. Из шахты проводят в обе стороны по длине участка откаточный штрек до самых границ отвода. Из обоих его концов в обе стороны закладывают поперечные орты, которые доходят тоже до границ отвода и упираются в борта долины. Очистная добыча начинается из этих ортов и ведется сплошным забоем без всяких креплений по направлению к шахте.

Выработанная камера, довольно больших размеров, остается незакрепленной; по мере продвижения вперед кровля камеры понемногу оттаивает и постепенно обнаруживается, заваливая выработанное пространство позади работающих забойщиков. Это обрушивание кровли в Аляске считают опасным, но для очистки совести иногда оставляют для поддержки кровли столбы невнутытых пород. Крепят только откаточный штрек, высота которого редко превышает 1,95 м.

Выработка ведется обычно на 4,5—3 м в почве (постели) и 1,2—1,5 м в гравии, так что общая высота достигает иногда 2,1 м, но обычно бывает от 1,65 до 1,95 м.

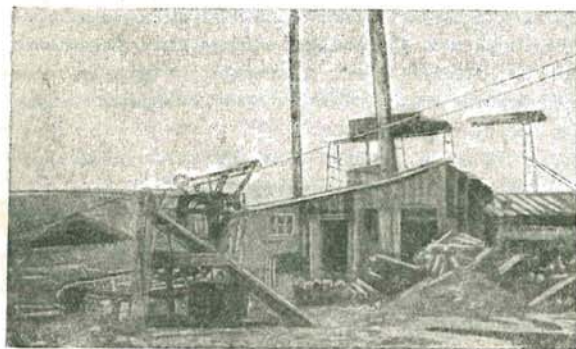
Богатые золотом пески находятся у самой постели (почвы), не выше 0,3 м над нею, и в самой постели на 0,45 м, примерно, глубиной.

Забойщики пользуются ацетиленовыми лампочками, обычного в Америке типа; они сами нагружают тачки, отвозят их к штреку и вываливают в вагонетку. Откатчик по мере наполнения откатывает вагонетку к шахте, где опрокидывает ее в бадью. Иногда эту работу по откатке делают сами забойщики по очереди. Бадья по звонку поднимается канатом вверх; там она подтягивается к блоку, устроенному на подвесной тележке, движущейся по путевому канату и выгружающей около головки промывочного шлюза. Бадья опрокидывается автоматически, направляется обратно к шахте и по блоку, устроенному внизу тележки, опускается в шахту (см. фиг. 42, изображающую надшахтное устройство в районе Фербэнкса).

Вся эта работа производится автоматически без помощи людей и ведется довольно скоро: за 10 часов работы с глубины 22,5 м выбрасывают 450 бадей.

Людей в шахту спускают в той же бадье, на том же 1,25-сантиметровом канате, причем никаких направляющих нет, нет также никаких предохранительных приспособлений ни на бадье, ни у лебедки.

Пар, необходимый для вечно-мерзлого гравия в забое, доставляется паровым котлом из расчета, что одной силы достаточно для работы паровой оттаивательной штанги или, по-аляскинскому, «пойнта». Эти пойнты устроены почти так же, как штанги для оттаивания мерзлой почвы на поверхности земли, которые показаны на фиг. 17, только они бывают короче — около 2,7 м длиной. Точно так же они имеют приварной бур на одном конце и головку с патрубком в $\frac{5}{8}$ или $\frac{3}{4}$ дюйма на другом. По головке бьют молотком и загоняют пойнт или штангу на нужную глубину, причем во время бурения качают горячую воду, что много лучше, чем пар. Когда штанга вошла на нужную глубину, ее вынимают и вставляют



Фиг. 42.
Шахта в районе
Фербэнкса.

«свитер» или оттаивательную трубку от $\frac{1}{2}$ до $\frac{3}{4}$ дюйма диаметром. Оттаивательная трубка соединяется с паропроводом при помощи резиновой трубки и оттаивание обыкновенно производится паром после окончания смены.

Каждая трубка помещается на расстоянии 0,6—0,9 м друг от друга и на каждую трубку приходится 2,25—3 м³ породы. Когда смена через 14 часов возвращается обратно, грунт уже оттаял, систему трубок переносят на другое место, а оттаявшую породу убирают кирками и лопатами. Промывка гравия и песков производится в шлюзах, отличающихся от обыкновенных только деталями: устройством воронки или ларя и пр.

Загрузочный ящик шлюза делают от 6 до 15 м длиной и от 0,75 до 1,2 м шириной с уклоном 30 см на каждые 3,6 м длины. Шлюзовые звенья имеют ширину 30—40 см и длину 3,6 м каждое, с уклоном от 17,5 до 30 см на звено.

Число корыт, составляющих шлюз, бывает не менее 10 и не более 30. Промывка обходится от 20 до 46,7 центов за 1 м³. В Фербэнксе считают, что общая стоимость добычи шахтами колеблется от 1,87 до 2,93 доллара за 1 м³. Подземные работы стоят от 1,20 до 1,67 доллара, тогда как работы по оттаиванию обходятся от 53 до 80 центов за 1 м³, и, таким образом, оттаивание съедает почти 35% всей комбинированной стоимости.

Одна или две из более крупных компаний в районе Фербэнкса применяют бурение тем же способом, как и в других американских рудниках, т. е. бурят перфоратором при помощи сжатого воздуха. В пробуренные отверстия, глубиной в 2,7 м каждое, вставляют паровые трубки и ведут оттаивание обычным способом. Та же компания в своей шахте на Эльдorado Крик поставила хорошее оборудование (компрессор Ингерсоля) и стала вести работу нормальным рудничным способом без применения оттаивания. После бурения рвут породу динамитом и убирают обычным способом.

В Калифорнии в шахтах, разрабатывающих гравий по старым руслам рек, давно уже пользуются сжатым воздухом и стандартным буровым оборудованием¹.

¹ Mining Industry of California. State Bureau of Mines S. F. 1926.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

Съемка, доводка и плавка золота

Только при съемке золота со шлюзов и со столов обнаруживается, насколько велики потери — «снос» — золота¹.

Снос золота, который наблюдается в Аляске в настоящее время, в старые «героические дни» был гораздо больше. Шлюзы были очень плохо налажены, и на них мелкое золото вообще удерживаться не могло, разве только случайно. «В прежние дни снос золота достигал огромных размеров; не редкость было констатировать потери в 15 и даже 20%, — говорит один из знатоков Аляски, С. В. Парингтон. В настоящее время потери золота не так велики, но попадаетея золото, одетое оболочкой из окисей железа, сернистых и иных соединений, которое не поддается амальгамации, и нужны специальные приспособления, чтобы содрать эту рубашку».

Предприниматели говорят, что не более 3—4% золота уходит теперь в отвалы. Представители «Бюро оф Майнс» говорят другое и, по их утверждению, очень много золота, особенно мелкого, невеского, теряется в отвалах. Сколько именно сносится золота, установить довольно трудно, так как часто результаты намывки золота не соответствуют данным разведки. Горный инспектор Аляски Б. Д. Стюарт говорил мне, что в действительности золота при промывке сносится больше, чем думают золотопромывальники, но что возможно уменьшить снос, если аккуратно устраивать промывательные приспособления и следить как следует за промывкой.

Если пески свободны от глины и других связывающих примесей, то промывка может быть сделана много лучше. Не скажу, чтобы и тогда потеря не было, — доказательством противного служат старые отвалы, которые с успехом разрабатываются теперь снова в крупном масштабе. Но если в песках встречается глина, то бывает очень трудно добиться того, чтобы глина не «снимала» песчинки золота или амальгамы с трафареток шлюза и не сносила бы их.

Нужно практически устанавливать для каждого рода россыпи длину и размеры шлюзов, уклон их, количество и скорость воды и т. д. Поэтому нет и не может быть общего правила, как добиться уничтожения сноса. Однако, для наших практиков не безынтересно ознакомиться с теми ме-

¹ В этой главе приведены данные, взятые из административного доклада о положении золотопрмышленности в Аляске. — Administrative Report by P. S. Smith, Wash., 1927.

рами, которые предпринимаются в Калифорнии и в Аляске, чтобы уменьшить потери золота.

Прежде всего, какие шлюзы считаются по отзывам Горного бюро наилучшими?

Длинные шлюзы более 60 м длиной устраивают редко, хотя известно, что на длинных шлюзах материал лучше разрыхляется и промывается. Затем иногда встречаются глубокие и узкие шлюзы, а это, по мнению Горного бюро, совсем никуда не годится, так как причиняет излишний снос золота, особенно легкого, имеющего вид пластинок и лепестков. Глубина потока в шлюзах не должна быть более, чем 15—20 см, шлюз должен быть широким настолько, чтобы вода могла «покрывать» даже крупный материал.

При гидравлической разработке длина шлюзов не имеет такого большого значения, так как материал бывает достаточно разрыхлен при обработке его водобоями. Однако, Горное бюро считает, что длинные шлюзы и добавочные плоскони необходимы и при гидравлических разработках. Уклон шлюзов обычно делают от 10 до 15 см на 3,6 м отдельного шлюзового звена или ящика, но если есть к этому возможность, лучше ставить шлюзы с большим уклоном, чем с малым; когда уклон мал, то могут образоваться «завалы» промываемого материала или, как говорят в Аляске, шлюз будет «блокирован».

При загрузке шлюза дают возможность промываемому материалу падать в загрузочный ящик шлюза с некоторой высоты — от 0,3 до 1,5 м, чтобы лучше разредить материал. В то же самое время «прокипячивают», по здешнему выражению, загрузку ящика при помощи сильной струи воды из водобоя. Загрузочный ящик, если его хорошо оборудовать, сильно помогает делу промывки золота, и часто 80% всего золота снимают именно в загрузочном и в первых двух промывочных ящиках шлюза. В общем завалочный или загрузочный ящик, — он же называется воронкой и ларем, — представляет собой то же шлюзовое звено, или корыто, только пошире и крепче, и поставленное с большим уклоном, от 17,5 до 35 см на 3,6 м длины. В нижней своей части завалочный ящик суживается до ширины шлюзовых промывочных звеньев; по всей своей длине загрузочный ящик выложен рельсами, тавровыми железными балками, деревянными планками или деревянными шашками, поставленными на торец. Иногда ставят так называемые венгерские трафаретки. Такие же точно трафаретки укладываются по всему шлюзу, по всем его звеньям или секциям, причем стараются в верхних ящиках укладывать трафаретки вдоль, а в нижних — поперек шлюзов.

Размеры торцовых обрубков обычно бывают $30 \times 37,5 \times 30$ см. Если их располагают поперечными рядами, то ставят ряд от ряда на расстоянии 2,5—5 см. Каждый ряд составлен плотно из торцов, а у стенок шлюза, с каждой стороны попеременно, оставляют также 2,5-см промежутки. Промежутки обеспечиваются планками, пришитыми ко дну шлюза (фиг. 43).

Так как поток воды двигает гравий по шлюзу с большой скоростью, го крупная галька и глинистый, недостаточно протертый, материал перекатываются по трафареткам и размываются окончательно. Золото и тяжелые шиха задерживаются между трафаретками в углублениях, где остаются также часть мелкой гальки.

Крупная галька не должна задерживаться, вот почему шлюзы имеют большой уклон и потоку воды придают значительную скорость.

Обыкновенные железнодорожные рельсы за последнее время стали заменять деревянные торцовые шашки. Сначала рельсы клали только в завалочный и в первые верхние промывочные ящики, а в остальные ставили деревянные шашки, но теперь во многих местах пользуются только рельсами, устанавливая их вдоль и поперек шлюзов, обычно головкой вверх. Иногда поступают и наоборот, ставят рельсы вверх основанием, с промежутками в 5 см между кромками.

Угловое железо очень часто употребляется в качестве трафареток на уловительных столах драг и на некоторых элеваторных шлюзах. Обычно ставят угольники пером вверх и почти всегда поперек шлюза с зазором у стенок шлюза, попеременно с правой и с левой стороны.

Стальные или железные бруски, специально приготовленные для шлюзов, конечно, являются самыми лучшими и самыми долговечными, но они стоят очень дорого, в особенности, если приготовлены из марганцевой стали (обычно размер их $1,6 \times 3,75$ см).

Шлюзовые звенья или ящики изготавливаются из досок, которые укладываются в два ряда так, чтобы можно было сменить внутреннюю облицовку, когда она будет сильно изношена. Иногда они обшиваются внутри тонкими железными листами.

В помощь главным шлюзам устраивают боковые шлюзы или плоскони, о которых я уже упоминал и которые служат для улавливания более мел-



Фиг. 43.

Устройство шлюза
в Аляске.

кого золота. Они ставятся своей головной частью под главный шлюз, в нижнем конце его. В том месте в дно шлюзового звена вставлена решетка («гризли», или бутарное решето), через которую проваливаются эфель, мелкая галь и проходит часть воды.

Все это распределяется тонким слоем по широкой поверхности плоскони, которая ставится под большим уклоном, чтобы уменьшить толщину слоя воды. Поверхность плоскони устилается трафаретками и цыновками (коксовыми матами). Иногда сверху цинковки или мата укладывается еще и решетка.

Многие в Калифорнии и Аляске полагают, что плоскони мало помогают улавливанию золота, но некоторые утверждают противное.

Управляющий прииском «Апгрэд Ассошиешен» в Айдиторском районе говорит, что плоскони — *underscurrent* — на его установке снимает до 20% золота. На этом прииске было поставлено 8 шлюзовых звеньев шириной в 0,6 м каждый и с уклоном в 42,5 см на звено. На дне были уложены стальные бруски 2,55—3,75 см с расстоянием в 0,37 см между ними. Бруски были прикреплены к деревянной обрешетке из планок 5 × 15 см, которую можно было снимать при сполоске. Каждая решетина или клетка была длиной 1,8 м, а шириной 0,6 м по ширине шлюза. Два звена были выложены стальными брусками в поперечном направлении, остальные шесть — в продольном. Плоскони поставлена была под последним звеном, где была вставлена решетка из брусков марганцевой стали, поставленных поперек и на расстоянии 0,34 см друг от друга.

Плоскони была шириной 1,2 м и длиной 3,6 м с уклоном в 85 см. Поверхность плоскони была покрыта коксовой цыновкой, а сверху была положена железная решетка с клетками в 0,6 см.

Однако, многие, как я уже говорил, утверждают, что никакие плоскони не могут уменьшить сноса золота и что надо пользоваться более совершенными способами промывки, такими, какие употребляются на современных драгах.

Старые аляскинские драги, которые работают не с вращающейся бочкой, а со шлюзами, тоже имеют большие потери золота.

На новых усовершенствованных драгах — другое дело.

В Калифорнии на больших драгах компании «Юба Гольдфильдс», «Ля Гренж Голд Дреджинг» или компании «Натома» материал сильно разрушается, дезинтегрируется во вращающихся бочках, чему помогают струи воды, орошающей породу. В Калифорнии в песках содержится мало глины, и примазки, пески отмучиваются довольно легко даже в тех бочках, где нет никаких «наборов», брызгала же подают воду главным образом для обмывки, а не для механического разрушения действием струй воды на комья породы. Но не так хорошо обстоит дело в Аляске. Породы россыпей там не легки для добычи и разработки и условия работы драг в смысле качества грунта должны быть признаны неблагоприятными, не говоря уже о вечно-мерзлых россыпях и о глине.

Россыпи в Аляске требуют полного напряжения черпачного аппарата, совершенного наполнения промывочного аппарата, очень большой площади улавливающих столов и более частого сполоска.

Интересно установить, как часто делается в Аляске съёмка золота?

Сполоск шлюзов по принятому в Аляске обычаю делается в главном ящике после каждой смены: это — чтобы избежать хищения; в первых звеньях шлюза сполоск делается каждые три-пять дней, а иногда раз в неделю.

Нижняя часть шлюзов споласкивается раз в месяц, а то и два раза в сезон. Сполоск требует аккуратности и внимания и производится в присутствии управляющего или его помощника, специально к этому делу приравненными людьми.

Процесс ведется сверху вниз и вся операция по промывке всех шлюзов требует несколько часов времени; иногда даже две смены едва управляют с этим делом при генеральном сполоске шлюзов.

На драгах сполоск делается ежедневно с головок столов, на которых улавливается до 90% всего золота. С остальных частей столов сполоск производится через каждые два-три дня или через неделю, в зависимости от содержания золота в россыпи.

Съемка золота с головки занимает не более полчаса времени: двое рабочих снимают решетки и складывают цыновки (маты) на доску; затем подбирают совочком остатки шлихов из-под цыновки, кладут новую цыновку и сверху ее решетки.

Таким же способом производится сполоск со всех шлюзов стола; но эта операция занимает от 2 до 5 часов времени и обыкновенно к ней приурочивают ремонты, смазку механизмов, осмотр их и т. д.

Серый шлик, полученный после промывки цыновок и собранный со столов, доводится до черного на американке. Черный шлик и золото, которые лежат на цыновке американки или подобраны из-под цыновки, упаковывают в мешки и отсылают в контору прииска, где окончательно доводят черные шлиха на рокерах, панах, маленьких концентрационных столах и т. д.

Так поступают со всеми шлихами, собранными со шлюзов разного типа и с улавливающих столов драг.

Вся дальнейшая обработка шлихов ведется с применением амальгаматора, и мало-по-малу, несколькими приемами выделяют почти все золото, какое заключается в шлихах. Если шлиха содержат черное рубашечное золото, то их перемальмывают на маленькой шаровой мельнице или на «бариле». Туда добавляют ртути и обработку производят в присутствии цианистого раствора. Затем перемолотые шлиха пропускают по амальгамированной доске. После обработки на шаровой мельнице и после пропуска через амальгамированные доски, оставшийся шлик иногда обжигают, обрабатывают десятипроцентным раствором серной кислоты, снова нагревают и снова пропускают через шаровую мельницу, прибавляя цианистого рас-

твора и ртути. Тогда все золото, самое мелкое и самое черное, будет освобождено от «рубашки» и амальгамируется. Таким образом, весь процесс обработки черных шихов или концентратов сводится к тому, чтобы мало-помалу амальгмировать все золото, которое в них содержится, в каком бы виде это золото ни было.

Вся амальгама, полученная со столов драги, а также собранная после доводки шлихов на рокере, после пропуска через мельницу и т. п. собирается в конце-концов в лаборатории прииска.

Сначала ее делают более жидкой, путем прибавления ртути, затем протирают ступкой, чтобы дать всем посторонним примесям (грязи) всплыть наверх. Тогда снимают все примеси и отжимают жидкую руть через замшу или очень плотную ткань. Свободная руть выделяется, а очищенная золотая амальгама остается.

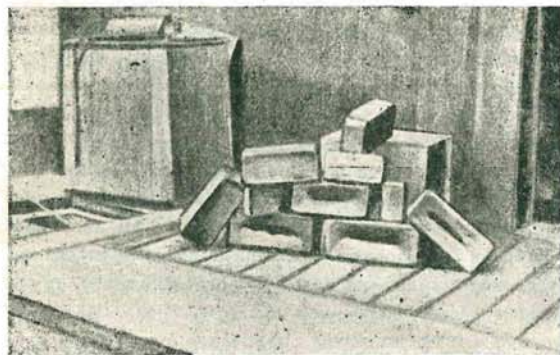
Теперь нужно «выгнать» руть из амальгамы, что делается довольно легко, так как руть при нагревании легко испаряется.

Амальгаму плотно укладывают в реторту, наполняя ее не более как на $\frac{3}{4}$. Реторта внутри обмазывается мелом, а снаружи обертывается асбестом.

Нагревание ведут очень осторожно, и проходит около часа времени, пока руть не начнет испаряться. Пары ртути по трубке проходят в конденсатор, по которому все время течет вода, и руть собирается в приемной чашечке, наполненной водой.

Если нет конденсатора, то выходную трубку обматывают тряпками или мешком и все время мочат водой: нужно быть осторожным в этих случаях, так как пары ртути ядовиты. Мало-помалу реторту нагревают до темнокрасного цвета, затем, когда уже руть перестает выходить из трубки, нагревают реторту 15—20 минут до вишневого цвета и затем дают понемногу остыть.

Когда реторта и ее содержимое окончательно стали холодными, открывают реторту и извлекают из нее губчатую массу золотистого цвета.



Фиг. 44.

Готовая продукция
Юконской золото-
промышленной
компания.

Цвет, впрочем, часто меняется в зависимости от примесей, которые почти всегда бывают в аляскинском золоте, как-то: сера, мышьяк и пр. Если процесс выделения ртути не был закончен, то губчатая масса получается темного цвета, вернее — темносерого.

Губчатую массу разбивают на куски и укладывают в тигель, который заранее должен быть нагрет до соответствующей температуры. Прежде чем укладывать золото, в тигель кладут некоторое количество буры для того, чтобы бура могла сплавиться с железом, образовав шлаки. Если в «золотой губке» есть другие примеси, то надо прибавлять в тигель другие флюсы для образования легких шлаков, которые снимаются железным прутиком сверху расплавленного в тигле золота.



Фиг. 45.

Забойщик.

Буру во время плавки прибавляют еще несколько раз, чтобы поверхность расплавленного золота была все время покрыта жидкой бурой и золото не окислялось бы.

Когда все золото хорошо расплавилось и хорошо промешано, его выливают в металлические формы, заранее нагретые.

Внутренняя сторона форм слегка прокапчивается над керосиновой или бензиновой горелкой, или обмазывается свиным салом, которое сгорает на внутренней поверхности горячей формы и образует копоть.

Полученные слитки золота быстро охлаждают в холодной воде и с них отбивают молотком шлак. Иногда слитки кладут в раствор азотной кислоты и затем очищают поверхность их щеткой (фиг. 44).

Это золото затем взвешивается, штемпелюется и готовится к отправке. Обычная цена в Аляске колеблется от 14 до 19 долларов за унцию (31,1 г), в зависимости от примесей и содержания чистого золота. Примеси всегда есть и они настолько характерны для каждого золота, что эксперты легко определяют, из какой россыпи данный слиток получен, каково его «происхождение».

Очень хорошее золото 0,978 чистоты получается в районе Койукук; оно котируется в 20 долларов 25 центов за унцию (31,1 г)¹. В некоторых местах золото получается очень неважное, и анализ дает иногда 0,640 чистоты и котировку 11 долларов 35 центов².

Разница огромная, и поэтому предприниматели стараются очистить, рафинировать золото, удалив из него серебро, медь, свинец, и пр.

Привычка употреблять золото, как монету, еще осталась в Аляске со времени Джека Лондона.

Обычно расплавляются золотым песком, иногда самородками, по большей части «темного» происхождения. На песок обычно делается скидка от 1 до 1,5 долларов на унцию (31,1 г), а «самогонщики» принимают его еще дешевле. Водкой в Аляске торгуют отчаянно, несмотря на строгое преследование согласно закону, и спиртоносы продают водку не только за песок, а даже за амальгаму, с большой скидкой, конечно. Амальгаму потом кладут на лопату и обжигают на огне, чтобы удалить ртуть, а потом переплавляют в слитки и сдают³.

Банки принимают золото, испытывая его в своих пробирных контролах и лабораториях и делая скидку в 2—2½% за испытание, плавку, страховку и пр. Затем почти все золото идет в Сиэтл, в Пробирную палату США, или в Сан-Франциско, в отделение Монетного двора.

Крупные золотопромышленные конторы посылают туда золото самостоятельно, не через банки, и такая отправка при крупных партиях обходится менее пол-процента, вместе со страховкой и пр.

¹ В Америке проба исчисляется в тысячных долях единицы.

² Сейчас правительством цена на золото поднята до 35 долл. за унцию.

³ Взято из официального рапорта Главного Монетного двора за 1927 г. См. Annual Report of the Mint for Fiscal Year 1927. Washington G. P. O.

Часть вторая

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ

Общие сведения о золоторудных месторождениях Северной Америки

Для нашего Союза золоторудные месторождения имеют исключительно большое значение. До революции их у нас почти не разрабатывали. Хищническое хозяйство золотопромышленников не могло поднять и освоить предприятий, требующих больших вложений, огромного опыта и знаний. Теперь при Советской власти золотая промышленность СССР получила возможность разрабатывать наши богатейшие рудные месторождения. Правительство дает на это средства, а Наркомтяжпром — оборудование. Посмотрим же, как это дело поставлено в Америке.

Золотые рудники Северной Америки. В первой части сообщены были данные о добыче россыпного золота в Соединенных Штатах Америки. Однако, россыпи в Северной Америке дают всего около 24% общей добычи золота, и все остальное количество падает на рудное или коренное золото.

Кроме того, определенно заметна тенденция к уменьшению добычи россыпного золота и к росту добычи золота рудного. Это последнее получается из двух различных источников: большая часть добывается из так называемых «нормальных» золотоносных руд¹ — кварцевых, сухих и т. д., часть же в качестве попутчика получается при разработке медных, цинковых и иных рудников. В этих рудниках добывается огромное количество руды, но содержание золота в них не велико, и за последнее десятилетие мы имеем установившуюся пропорцию добычи золота, а именно: 63,9% всего золота добывается из «нормальных» золотых руд, 24% получается из россыпей, 8,9% — из медных руд и 3,2% — из свинцовых, цинковых и иных.

Надо отметить, что выход золота из тех руд, в которых золото содержится в качестве попутчика, возрастает за последнее десятилетие неуклонно, особенно это заметно в отношении медных руд².

«Бюро оф Майнс» опубликовало 22 октября 1927 г. отчет, из которого видно, какое количество золота добыто было в США в 1926 г. и из каких источников золото это было получено (см. табл. 5).

¹ Т.-е. собственно золотых руд.

² С наступлением в 1929 г. экономического кризиса выход попутного золота упал более чем наполовину.

Таблица 5. Добыча золота в США в 1926 г. по штатам и по источникам добычи
(Количество — в унциях. Стоимость — в долларах)

Штаты и территории	Россапи	Сухие и кварцевые руды	Медные руды	Свинцовые руды	Цинковые руды	Медно-свинцовые руды	Свинцово-цинковые руды	Итого
Аляска	155 912,62	150 045,46	1 535,64	134,87	—	—	—	307 678,59
Аризона	206,42	36 963,83	153 349,54	7 807,84	1,00	3 264,49	147,80	201 740,92
Калифорния	246 525,96	366 464,63	16 584,58	2 277,62	180,02	—	2,50	632 035,31
Колорадо	7 271,63	321 538,90	1 936,51	2 616,01	1,14	98,85	16 144,16	349 607,20
Джорджия	3,29	465,12	—	—	—	—	—	468,41
Айдахо	12 692,92	4 054,53	2 785,20	1 048,63	2,03	26,31	277,30	20 886,92
Монтана	1 905,25	38 081,43	32 352,64	2 393,79	165,91	2 113,50	5 110,33	82 122,85
Невада	2 536,54	140 878,25	35 515,84	6 882,73	21,06	4,87	1 265,43	187 104,72
Новая Мексика	97,62	10 587,26	15 636,14	156,89	—	1,79	70,70	26 561,40
Северная Каролина	8,61	888,26	—	—	—	—	—	896,87
Орегон	9 037,38	9 570,36	375,06	—	—	—	—	18 982,80
Пенсильвания	—	—	237,04	—	—	—	—	237,04
Южная Дакота	—	289 747,10	—	—	—	—	—	289 747,10
Теннесси	—	—	358,99	—	—	—	—	358,99
Юта	—	34 269,82	87 168,24	27 002,58	—	5,11	29 357,33	177 803,08
Вирджиния	—	3,29	—	—	—	—	8,70	3,29
Вашингтон	52,87	10 876,19	139,80	57,43	3,50	—	—	11 133,49
Итого	436 251,11	1 414 455,43	348 025,22	50 378,39	374,66	5514,92	52 384,25	2 307 373,98
Стоимость	9 018,111	29 239,182	7 194,320	1 041,414	7,745	114,003	1 082,879	47 697,654
Процент	18,91	61,30	15,08	2,13	0,02	0,24	2,27	100,00

Вообще надо заметить, что за последние 20 лет на долю рудного золота падает $\frac{2}{3}$ всей добычи, причем добыча рудного золота растет и абсолютно и относительно, а добыча россыпного сильно падает, что и получает выражение в общей кривой падения добычи золота в США. Этот факт небезынтересен и для нас, и мы должны свою программу развертывания золотой промышленности СССР строить именно на росте добычи золота из рудных месторождений — устойчивого и постоянного источника снабжения драгоценным металлом.

Надо обратить внимание, что не только в США, но и в других странах кроме СССР везде падает добыча золота и именно вследствие истощения россыпей. Рудники же продолжают работать в глубину, увеличивая свою добычу путем применения методов глубоких разработок, которые, конечно, повышают стоимость добычи и, само собой разумеется, могут вестись только до известного предела.

А между тем, потребность в золоте все растет и спрос на золото теперь гораздо больше, чем возможность его получить и добыть.

Сенатская комиссия, обследовавшая в 1927 г. золотопромышленность США и имевшая задание изыскать средства к ее поднятию, дала заключение, что причину падения добычи золота служит отчасти рост цен на предметы первой необходимости, на строительные материалы и техническое снабжение. Путем разного рода довольно остроумных выкладок и выводов комиссия пришла к заключению, что увеличить добычу золота в США можно, но для этого нужна помощь правительства, без которой сами промышленники не в силах дать больше золота, и падение добычи будет продолжаться. Так оно и есть на самом деле: 1929 г. дал добычу золота в США общей стоимостью в 43 990 200 долларов, тогда как



Фиг. 46.

Рудник и обогатительная фабрика компании Портланд в Колорадо.

в 1928 г. добыча достигла 46 165 400 долларов, в 1926 г. — 48 299 600 долларов, в 1925 г. — 49 860 000 долларов, а в 1924 г. — даже 52 277 000 долларов.

Падение добычи особенно заметно в штатах: Аризоне, Калифорнии, Колорадо и Монтане. Тем не менее золотопромышленники уверяют правительство, что падение это надо отнести за счет россыпного золота, что рудники могут работать, будут работать и даже увеличат добычу, если, конечно, правительство пойдет им навстречу и даст возможность развернуть работу в достаточно широком масштабе.

Послушаем, что говорит представитель золотопромышленности J. W. Adu, один из директоров Портландских рудников в Колорадо (Portland Gold Mining Co, Colorado) (фиг. 46).

Если бы у промышленников возрос интерес к золотому делу, — говорил он на горном конгрессе в Вашингтоне, — то, конечно, многие капиталы были бы направлены в эту отрасль рудного дела. Тогда значительно возросла бы активность многих золотых районов, стала бы разрабатывать рудные месторождения, которые пока оставлены были в резерве, и усилили бы разведку на новых месторождениях. В частности, «Портланд-Майнинг Ко» могла бы быть примером расширения работ и увеличения программы, — говорит директор этой самой компании, — она готова сделать все, что возможно, и «с величайшей охотой пойдет навстречу» увеличению цен на золото. Иначе говоря, вопрос идет о доплате правительством некоторого процента к существующей ныне цене, по которой Монетный двор в настоящее время принимает золото.

Далее J. W. Adu излагает целую программу работ, которые «Портланд-Майнинг Ко» предполагает развить в случае, если цены на золото действительно будут увеличены. Тут и изменение контрактных условий на сделанные работы, электрификация подземных и поверхностных работ, улучшение оборудования путем выбрасывания старого и замены его новым, уничтожение воскресных работ, кроме необходимых ремонтов, а главное — расширение разведочных работ с целью открытия новых горизонтов и новых рудных месторождений.

Все это будет сделано, — говорит он, — если будет прямая или косвенная поддержка или помощь правительства. Прямую помощь он видит в том, чтобы Монетный двор принимал золото не по 20,67 доллара за унцию (31,1 г), а по несколько большей цене, которая оправдала бы инвестицию капитала в золотую промышленность. Если это не пройдет, то промышленники согласны и на другую комбинацию, они помирились бы и на каких-либо иных формах косвенной помощи со стороны правительства.

Заключение Сенатской комиссии было таково, что косвенную помощь оказать надо, но она была оказана лишь в 1933 г. в виде постепенного повышения цены на золото до 35 долларов за унцию (31,1 г).

Как бы то ни было, но положение в золотопромышленности к 1 января 1928 г. (т. е. в период моего посещения) было таково, что главными про-

изводителями золота были Калифорния, Колорадо, Аляска, Южная Дакота. Мне удалось зимой 1927/28 г. посетить эти штаты и ознакомиться в течение нескольких месяцев с постановкой рудного дела.

Около 60% всей добычи золота в настоящее время дают крупные компании, которые в Америке называют: «большие 25». Из них самая крупная компания — это Хомстэк в Южной Дакоте.

Из «больших 25» компаний, шестнадцать добывают золото из сухих или кварцевых руд, три общества добывают золото из россыпей путем драгирования, пять компаний получают золото из медных руд и одна — из медных и кварцевых руд. Таблица 6 (стр. 119) перечисляет эти «большие 25» компаний.

Кроме предприятий, принадлежащих этим большим компаниям, имеется еще около 3675 приисков и рудников, многие из которых дают золота в год от 100 000 до 300 000 долл. каждый, но есть сотни таких, которые вырабатывают золота на 5000—10 000 долларов в год. Все эти рудники и прииски вместе дают в год золота примерно на 18 500 000 долларов. Из общего числа 3675 мелких предприятий по добыче золота 1236 относятся к предприятиям, разрабатывающим россыпное золото, и 2439 — к собственно рудникам, разрабатывающим коренное золото (см. фиг. 47, показывающую группу мелких рудников в Колорадо).

Из штатов, крупных производителей золота, можно отметить следующие:

	Россыпи	Рудники	Всего предприятий
Аляска	580	30	610
Калифорния	359	332	691
Колорадо	30	412	442
Аризона	18	368	386
Монтана	93	331	424
Невада	25	399	424

Как было сказано выше, некоторые из предприятий добывают золото в медных, цинковых, свинцовых и иных рудниках в качестве попутчика.



Фиг. 47.

Кирклэнд-Лейк, Онтарио. Вид рудника и обогатительной фабрики Лейк-Шор.

Прииски, разрабатывающие россыпи, иногда бывают временными или настолько мелкими, что их трудно регистрировать. Однако, установлено, что с 1906 г. количество приисков, разрабатывающих россыпи, уменьшилось на 1080 единиц.

Интереснее разобраться в рудниках и приисках не по признаку количества отдельных предприятий, но по другим признакам: количеству драгоценного металла, содержанию золота и других металлов в руде, стоимости добываемой руды и т. д. «Бюро оф Майнс» составило в 1927 г. таблицу, которая указывает, сколько золотой руды добывается по отдельным штатам США, сколько добывается «нормальной» золотой руды и сколько медной, цинковой, свинцовой и т. д., где золото является только попутчиком. В таблице 7 под термином «нормальные золотые руды» понимается всякая руда, содержащая золото, как главную (по ценности) свою составную часть, хотя бы она, кроме того, заключала в себе колчеданы, марганцовые соединения и т. п. В эту же категорию включены руды с небольшим содержанием меди, свинца, цинка и др., которые не были бы интересны для разработки, если бы в них не было золота.

Медными рудами в таблице названы такие, где имеется меди не менее 2,5%. К свинцовым рудам отнесены те, которые имеют содержание свинца не менее 4%. Смешанными рудами в таблице называются такие, которые представляют собой комбинацию двух или трех металлов и интересны для разработки даже в том случае, если бы они совсем не содержали золота.

Общее количество руды, которое обрабатывается ежегодно с целью получить из нее золото, хотя бы являющееся только спутником, достигает 62 000 000 т, причем количество обрабатываемых медных руд, содержащих золото, растет непрерывно с каждым годом. Стоимость золота, получаемого из других источников, кроме собственно золотых россыпных и рудных месторождений, представляет собой около 9 360 000 долларов, извлекаемых из 52 558 000 т различных руд со средним содержанием металлов на 83 цента в 1 т, из коих только 18 центов относятся к стоимости собственного золота.

Среднее содержание золота в собственно золотых (сухих кварцевых) рудах представляет 4,57 доллара на 1 т.

Таблица 7 дает довольно точную характеристику добычи руд, содержащих одно только золото или золото в комбинации с другими металлами (стоимость — в долларах).

Мне удалось видеть не только рудники, добывающие собственно золотую руду, но также медные, свинцовые и цинковые рудники, где золото является только попутчиком. Я посетил золотые рудники Калифорнии и медные рудники «Юта Коппер Компани»; рудники Колорадо и Южной Дакоты, добывающие только золотоносную руду, и рудники Монтаны (Бютта, Анаконда), добывающие руду медную, рудники Айдаго, добывающие цинковые и свинцовые руды (Гекла Майн и др.). В последующем

Таблица 6. Наиболее крупные производители золота в США в порядке размеров добычи

Предприятия	Штат	Горный округ	Источник золота
1. Хомстэк Майнинг Комп.	Южн. Дакота	Уайтвуд Город Лид	Сухая и кварцевая руда
2. Юба Консолидейтед Голд-фильде	Калифорния	Мерисвилль	Дражные россыпи
3. Аляска Жюно Майнинг Комп.	Аляска	Жюно	Сухая и кварцевая руда
4. Крессон Консолидейтед Голд-майнинг энд Миллинг Комп.	Колорадо	Криппа Крик	То же
5. Юта Коппер Комп.	Юта	Зап. Монтана	Медная руда
6. Натомас Комп. оф Калифорния	Калифорния	Оровиль и Фолсом	Дражные россыпи
7. Портланд Голд Майнинг Комп.	Колорадо	Криппа Крик	Сухая и кварцевая руда
8. Эмпайр Майн Комп.	Калифорния	Гресс Валлей	То же
9. Сикстин-Ту-Уан Майн Комп.	"	Аллегени	То же
10. Юнайтед Верде Коппер Комп.	Аризона	Верде	Медная руда и кварцевая руда
11. Комсток Мерджер Майнс Комп.	Невада	Комсток	Сухая и кварцевая руда
12. Квиннеди Майнинг энд Миллинг Комп.	Калифорния	Джексон	То же
13. Смоглер Юнион Майнинг Комп.	Колорадо	Верхн. Сан Мигуель	То же
14. Нортс Стар Майнс Комп.	Калифорния	Гресс Валлей	То же
15. Невада Консолидейтед Коппер Комп.	Невада	Робинсон	Медная руда
16. Фелпс Додж Корпорейшен (Коппер-Квин)	Аризона	Уоррен	То же
17. Аргонавт Майнинг Комп.	Калифорния	Джексон	Сухая и кварцевая руда
18. Хаттон Консолидейтед Голд-фильде	Аляска	Номе	Дражные россыпи
19. Анаконда Коппер Майнинг Комп.	Монтана	Соммит Валлей (Бютте)	Главным образом медная руда
20. Томбой Голд Майнс Комп.	Колорадо	Верхн. Сан Мигуель	Сухая и кварцевая руда
21. Юнайтед Голд Майнс	"	Криппа Крик	То же
22. Элькоро Майн Комп.	Невада	Джарбидж	То же
23. Карсон Хилл Голд Майнс	Калифорния	Матза Лод	То же
24. Калюмет энд Аризона Майнинг Комп.	Аризона	Уоррен	Медная руда
25. Том Рид Голд Майнс	"	Отман	Сухая и кварцевая руда

изложении я буду описывать главным образом добычу и обработку нормальной золотой руды, называемой также сухой и кварцевой рудой; описание добычи, обработки и плавки медных, свинцовых и иных руд не входит в задачу настоящей книги и будет опубликовано в периодической литературе, в специальных журналах.

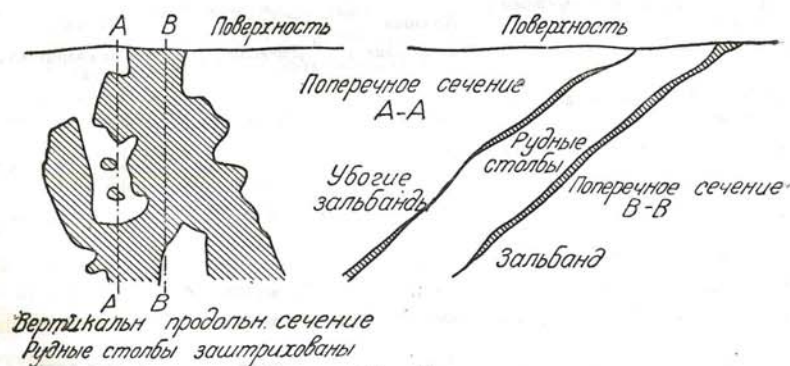
Описание рудников, добывающих золотую руду, лучше всего сделать сначала вкратце по штатам, а затем остановиться на самых крупных и интересных из них, которые заслуживают отдельного и более подробного разбора в отношении методов работы, технических достижений, стоимости рабочих процессов и т. д.

Прежде всего необходимо вкратце ознакомиться с самим характером жильных месторождений золота США, а затем уже перейти к описанию методов разведок, подготовительных работ и эксплуатации.

Жильные месторождения США, содержащие золото, как основной ценный материал, бывают нескольких типов. Встречаются таблицеобразные месторождения значительного протяжения по простиранию и падению и малой мощности, трещинные жилы с обогащенными столбами, а также месторождения типа линз, залегающих в слоистых породах, обычно докембрийского периода. На фиг. 48 и 49 показан кварцевый прожилок в рудной жиле Гресс-Валлей, в Калифорнии, типичный для трещин этого района.

Другой вид коренных месторождений, встречающихся в США, представляет собой мощное крутопадающее месторождение, образцом которого служит рудное тело Хомстэк (Южная Дакота). Это рудное тело представляет собой замещение в известняках, в древних слоистых породах, которое образовалось в сброшенной части антиклинальной складки.

Встречаются также месторождения золота в виде прожилков и неправильных изолированных линз с перемежающимися прослойками пустой по-



Фиг. 48.

Простые трещинные жилы с рудными столбами обогащения, район Гресс-Валлей, Калифорния.

Таблица 7. Характеристика добычи руд, содержащих одно золото или золото совместно с другими металлами

Ш т а т ы	Сухие кварцевые руды		Медная руда		Свинцовая руда		Цинковая руда		Медно-свинц. и медно-свинцово-цинковая руда		Свинцово-цинковая руда		Итого америк. т
	америк. т	Средн. содерж.	америк. т	Средн. содерж.	америк. т	Средн. содерж.	америк. т	Средн. содерж.	америк. т	Средн. содерж.	америк. т	Средн. содерж.	
Аляска	3 573 540	0,88	860 023	0,52	247	40,29	—	—	—	—	—	—	4 433 810
Аризона	124 990	8,92	20 634 428	35	127 944	5,62	305	3,23	24 565	6,83	1 150	0,56	20 927 382
Калифорния	886 625	10,19	599 006	83	18 208	9,24	33 384	81	—	—	1 456	12,39	1 938 679
Геоorgia	8 100	1,19	—	—	—	—	—	—	6 275	25,56	—	—	8 100
Айдахо	18 135	9,40	51 004	10,82	1 088 564	3,07	701	4,45	—	—	663 036	1,97	1 827 715
Колорадо	1 187 054	7,25	2 193	35,31	95 113	4,42	11 801	—	1 417	16,32	448 096	2,39	1 745 674
Мичиган	—	—	144 156	67	—	—	—	—	—	—	—	—	144 156
Монтана	194 691	6,15	3 150 841	2,09	118 062	3,55	19 271	5,00	195 327	2,20	686 816	2,87	4 405 008
Невада	844 948	7,77	3 923 158	21	94 769	11,47	2 274	2,66	125	18,90	61 865	4,18	4 927 139
Новая Мексика	58 862	9,34	3 172 291	14	17 239	3,61	97 726	—	327	4,80	12 121	54	3 358 566
Северная Каролина	6 030	3,06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6 030
Орегон	24 743	8,83	2 740	3,32	—	—	—	—	—	—	—	—	27 483
Пенсильвания	—	—	816 579	40	—	—	—	—	—	—	—	—	816 579
Южная Дакота	1 590 079	3,81	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 590 079
Теннесси	—	—	794 930	10	—	—	—	—	—	—	—	—	794 930
Техас	72 685	5,18	—	—	52 129,50	—	—	—	—	—	—	—	72 737
Юта	389 030	9,73	12 575 265	20	699 361	11,04	324	—	576	5,02	814 691	5,48	14 479 274
Вирджиния	15	4,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15
Вашингтон	15 383	16,56	19 500	1,47	11 518	4,78	3 646	15	—	—	—	—	50 237
Итого	8 994 910	4,57	47 186 114	42	2 271 077	6,20	169 432	79	228 612	3,44	2 703 471	3,37	61 553 616
Процент	14,61	—	76,66	—	3,69	—	0,28	—	0,37	—	4,39	—	100,00

1 Американская или "короткая" тонна равна 0,90178 метрической тонны.

роды в широкой зоне разлома и смятия. Этот вид является типичным для месторождений Аляска-Жюно (см. фиг. 50).

Среди жильных месторождений золота Северной Америки встречаются также контактово-метаморфические, как, например, в руднике Спринг-Хилл (Монтана) (см. фиг. 51).

Огромное большинство жильных месторождений золота, разрабатываемых в США, обычно таблитообразного типа.

Руда встречается в виде заполнения трещин, зачастую полосчатой структуры, или же в небольших трещиноватостях коренной породы с частичным ее замещением.

Другой подтип месторождений встречается в форме чечевицеобразных жил в нарушенных породах, причем золото обычно содержится в кварцевых прожилках (часто вместе с сульфидами), заполняющих трещины и многочисленные небольшие неправильные трещиноватости и пропластки в нарушенной коренной породе. Отдельные линзы часто бывают значительного горизонтального протяжения, иногда большой мощности. Чаще же они встречаются в виде пачки узких линз, залегающих свитой. Такой тип месторождений сливается с месторождениями типа широкой нарушенной зоны, как это наблюдается на месторождениях Жюно, где отдельные линзы слишком невелики и неправильны по форме и по залеганию, чтобы их можно было разрабатывать в отдельности. Иногда золотоносные жилы встречаются в форме труб или трубообразных рудных тел, как, например, в Крипл Крик, Колорадо (см. фиг. 52).

Другим типом месторождений являются залежи на острове Дуглас, Аляска в альбито-диоритовых дейках (см. фиг. 53).

В США золото встречается в породах всех возрастов, до третичного периода, однако, промышленное значение имеют только две основных группы месторождений. Первая группа включает в себя все месторождения докембрийского возраста, ко второй группе относятся месторождения, обра-



Фиг. 49.

Кварцевые прожилки в жиле на Гресс-Валлей, Калифорния.

зовавшиеся в мезозойский период или в более позднее время. Вторую группу можно разделить на две подгруппы: одну, образовавшуюся в меловой период, а другую, образовавшуюся в изверженных породах в конце мелового или в начале третичного периодов.

Образование ценных золотоносных коренных месторождений (в отличие от россыпных) произошло в США в периоды усиленного горообразования и появления на поверхности изверженных пород, причем породы порфирирового типа обычно содержат более золота, чем гранитные.

Известные крупные месторождения золота докембрийского периода соответствуют районам повышенного динамического метаморфизма, как это доказывается складчатостью, сдвигами и частой перекристаллизацией пород. Месторождения мелового периода характерны для западных Кордильер и распространены от Калифорнии до Аляски, причем в отдельных местах они нарушены позднейшими вулканическими циклами. Тип месторождений третичного периода преобладает в центральных и восточных Кордильерах — в Неваде, Вашингтоне, Колорадо и частью в Айдаго и Монтане.

Золото в жильных месторождениях почти всегда встречается в виде самородного. Обычно оно сопровождается пиритами, с которыми оно частично или полностью связано химически и механически. В некоторых месторождениях в США медный колчедан является главным спутником золота, в других же его сопровождают мышьяковистый колчедан, свинцовый блеск или даже цинковая обманка.



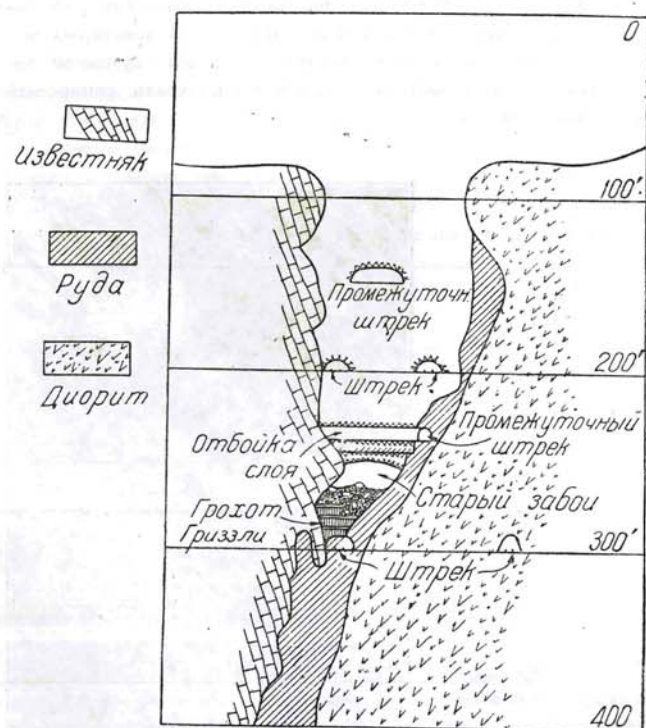
Фиг. 50.

Прожилки в забое на руднике Аляска-Жюно.

Золото часто встречается в соединениях с серебром в пропорциях, которые колеблются от почти чистого золота до почти чистого серебра. Серебро встречается в большом изобилии в месторождениях третичного периода, образовавшихся на относительно мелких глубинах: руды в Тонпе, главным образом, расценивались по содержанию в них серебра, месторождения в штате Вашингтон содержали от 3 до 8 частей серебра на одну часть золота. В жилах докембрийского и мезозойского периодов серебра почти нет: рудники Калифорнии дают золото с обычной чистотой от 850 до 900; тем же отличается и докембрийское золото из Онтарио. В природе редко встречается золото большей чистоты чем 900¹. Небольшие количества платины, палладия, естественного сплава иридия и осмия, меди, железа и висмута иногда встречаются в США в соединении с золотом, так же как и у нас на Урале и в Сибири.

Из всех известных металлов золото является наиболее инертным и в природе редко встречается в соединениях с другими элементами. В США чаще всего оно встречается в соединении с теллуридом, которое является

¹ Исключение составляют Адданские золотые прииски.



Фиг. 51.

Контактный метаморфический тип рудного тела, Спринг-Хилл, Монтана.

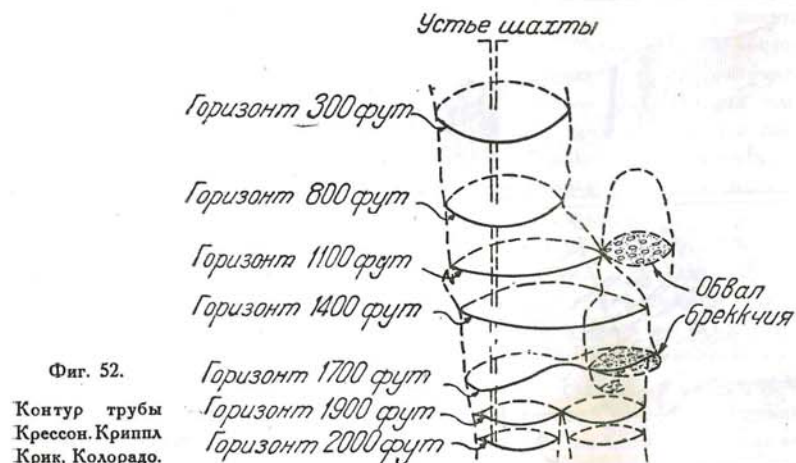
единственным прочным естественным его соединением. Лучше всего изученными минералогическими разновидностями теллуридов являются — сивилланит, калаверит и кренерит. На некоторых рудниках Америки они представляют собой главный источник золота: классическим примером в этом случае является Криппл Крик (Колорадо). В незначительных количествах теллурид встречается в очень многих месторождениях золота в США. В жилах докембрийского и мезозойского периодов минеральные соединения золота не отличаются сложностью, более сложными они бывают в месторождениях третичного периода.

В огромном большинстве золотых жил преобладающим жильным минералом является кварц, который часто заполняет трещины в коренных породах. Обычной структурой образования кварцевых жил является полосчатая и крустификационная.

Следующими по распространению и значению, после кварца, являются карбонаты. Из них наибольшее значение имеет кальцит, но в некоторых месторождениях встречаются доломит и родохрозит и в изобилии встречается анкерит (неопределенная смесь извести, магнезии и железистых карбонатов). Там, где встречаются в изобилии карбонаты — как, например, в Гресс-Валлей (Калифорния) — содержание золота обычно очень низкое.

В золотых кварцевых жилах имеет широкое распространение серицит: он встречается небольшими прослойками, разбросанными по всему кварцу, а также в виде прожилок и прослоек, в коренной породе. В изобилии он встречается в зальбандах и в измененных боковых породах; кроме этого, часто встречаются хлорит, тальк и слюдястые минералы.

Барит и адуляр представляют собой также довольно обычные жильные минералы (жильный ортоклаз), характерные для многих жил третичного периода, как, например, в Джардбидж, Невада.



Фиг. 52.

Контур трубы Крессон. Криппл Крик, Колорадо.

Основным материалом зальбандов и изменившихся боковых пород на глубине обычно является каолинит.

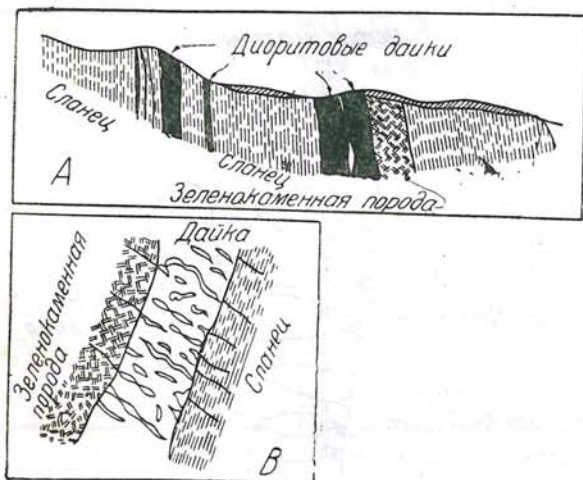
В жильных рудных образованиях нередко встречается флюорит.

В золотых месторождениях США, образовавшихся в поверхностных зонах, очень редко встречаются турмалин, гранат, везувианит и другие минералы высоких температур. Они обычны в жилах гипотермального происхождения, образованных на большой глубине и при высокой температуре.

Окисленные жильные минералы характерны для железных шпал и для зон нарушения, в которых происходит циркуляция поверхностных вод; они представлены, главным образом, лимонитом с небольшим содержанием марганцевой окиси, малахитом, хризоколой, церусситом и другими второстепенными минералами, образованными разложением сульфидов основных металлов. Кварц, не поддающийся изменению, всюду встречается в изобилии.

Обычным рудным минералом золоторудных образований США является пирит. В типичных золотых жилах содержание его достигает от 2 до 10%; в некоторых случаях, как, например, на руднике Хейли в Южной Каролине, жильная порода представляет целиком плотный массив пирита. В других случаях, как, например, на руднике Отман (Аризона), в руде вовсе нет пирита. Лучшая руда обычно содержит пирит в виде дробленных или неправильных включений и частичек; хорошо кристаллизованные кубы обычно считаются неблагоприятным признаком, но это не всегда подтверждается в действительности. В измененных боковых породах также обычно присутствует пирит.

Медный колчедан также иногда является минералом, сопровождающим золотое оруденение. Небольшие количества его обычно содержатся



Фиг. 53.

Тип золотых жил на
острове Дуглас,
Аляска.

в типичных кварцевых жилах, а в так называемых медно-золотых месторождениях, как, например, Руюн (Квебек), — он является основным золотодержащим минералом.

Присутствие мышьяковистого колчедана в руде считается благоприятным признаком на калифорнийских рудниках, где мышьяковистое оруденение имеет вид неправильных включений и скоплений. В таких случаях оно часто является показателем участков руды с высоким содержанием металла. На нескольких рудниках мышьяковистый колчедан является главным рудным минералом месторождений. Золото в таких месторождениях находится в тесном соединении с мышьяковистым колчеданом, — примером являются рудники района Аллегани (Калифорния).

Свинцовый блеск в типичных месторождениях золота встречается в подчиненных количествах: он служит признаком наличия богатой руды и обычно находится в тесном соединении с золотом (в Гресс-Валлей — Калифорния и в Аляска-Жюно).

Цинковый блеск или сфалерит встречается в небольших количествах. В золотых жилах он обычно встречается в обогащенных рудных столбах.

В окисленных зонах золото встречается в виде небольших прожилок, корочек, примазок, или самородков в кварцево-лимонитовой рудной породе. В первичной зоне количество его не всегда пропорционально количеству сульфидов. В участках с высоким содержанием золота оно часто переплетается с трещиноватым и дробленным кварцем, который может содержать сульфидов. Серебро, обычно, находится в соединении с золотом, но в зонах окисления и обогащения некоторых жил оно находится в самородном виде, как роговое серебро, или в виде богатых серебряных сульфидов: аргентит, полибазит, мышьяковая серебряная обманка, пираргирит, стеганит.

Рудные месторождения, выходящие на поверхность, обычно, имеют отличие по физическим свойствам и минеральному комплексу от тех месторождений или частей месторождений, которые залегают на глубине. Исключение составляют случаи, когда современными ледниковыми или эрозионными процессами поверхность выхода изменена и обнажены свежие коренные породы. Глубина, на которую поверхностные физикохимические условия оказывают влияние, широко меняется в разных районах и может колебаться от нескольких до многих десятков метров.

Воздействие чисто механических сил при выветривании месторождений ограничивается относительно малой глубиной. Процесс механического выветривания обуславливается разрушением и размывом пород под действием изменений температуры, замерзания воды в порых породах, образования льда, действия проточной воды и т. д. Влияние химических агентов распространяется на значительно большую глубину, в особенности там, где уровень грунтовых вод относительно глубок: воздействием этих сил вызывается окисление сульфидных минералов, растворение, а также

перенос в растворе на глубину некоторых компонентов. Химические процессы мало влияют на золото и оно остается обычно в своем первоначальном виде. Однако, некоторые американские геологи¹ говорят, что при наличии в растворе хлоридов и высших окислов марганца золото может растворяться и переноситься водой на более глубокие горизонты, где оно снова выделяется в самородном виде под влиянием химического воздействия железного купороса, органических соединений и т. д. В таких случаях они предполагают возможность обогащения золотом близкой в уровню грунтовых вод рудной зоны. Однако месторождения, в которые золото мигрировало из окисленной зоны, очень редко встречаются как значительные россыпные месторождения такого порядка.

Большинство жильных месторождений золота США содержит сульфиды железа, которые при окислении превращаются в красную и желтую окись или в водный окисел железа, и обнажения рудных выходов имеют часто вид покрытых ржавчиной, а благодаря удалению наиболее растворимых минералов они обычно по структуре напоминают раковины. Не во всех случаях это означает, что жила содержит золото, ибо пирит, дающий такую окраску, обычно содержится в незолоторудных жилах, а также в богатых железом коренных породах.

В коренных месторождениях золота эти ржавые запятнанные и изъеденные поверхностные части, называемые обычно «железными шляпами», часто бывают богаче, чем зоны первичного оруденения. Таким образом, коренные месторождения золота в верхней зоне окисления и в нижней первичной зоне оруденения могут сильно отличаться между собой по физическим свойствам, по химическому характеру, по количеству содержания золота и комплексу минералов.

В северных районах, в которых уровень грунтовых (зеркало) вод находится вблизи поверхности, окисленная зона может и не быть или она может быть очень маломощной. Таким образом, в золотых районах Северного Онтарио (Канада) и Аляска-Жюно первичные руды практически находятся на поверхности и имеют только искусственно-окисленные обнажения.

С другой стороны, первичные руды могут встречаться вблизи поверхности и при сухом климате или в южных районах с теплым климатом, в случае, когда резкий рельеф поверхности при перемежающихся ливнях позволяет удалять поверхностный материал с той же быстротой, с какой выветривание и химическое изменение жильного материала проходят на глубину (пример, — некоторые месторождения штата Аризона).

Таким образом зона, в которой верхние части месторождений золота подвергаются выщелачиванию и окислению, зависит от относительного влияния различных природных факторов.

В Крид (Колорадо) — богатые, вторично обогащенные золотом части жилы «Аметист» залегают от 60 до 210 м ниже поверхности, а некоторые

¹ Например, Эммонс.

признаки окисления в этой жиле наблюдаются на глубине даже 300 м. В некоторых других районах Колорадо окисленная обогащенная зона находится на глубине от 240 до 60 м ниже поверхности. В районах Невада Сити и Грейсс-Валлей (Калифорния), в выветренной верхней части жил, обычно, образуется масса лимонита в кварце. Выветривание распространяется больше чем на 45 м по вертикали ниже поверхности. На Сильвер Пик (штат Невада) невозможно установить определенного вторичного обогащения руд путем окисления.

В Джоржтауне (Колорадо) золотые месторождения находятся преимущественно в Айдаго Спринг и Эмпайр. Здесь жилы окислены с поверхности на глубину 4—20 м. На некоторых рудниках окисленная руда гораздо богаче, чем руда смешанной зоны. В районе Саммит (Колорадо) смешанная зона руды (не полностью окисленной) залегают на глубину от нескольких до 90 м. Все «богатое золото» было приурочено именно к этой зоне. В Бульфрог (Невада) обнаженные части были сравнительно бедные, но хорошая руда была найдена на глубине нескольких метров от поверхности и месторождение частью разрабатывалось при помощи открытого разреза.

Кроме изменений, происходящих в верхних частях жил, имеют место на некоторой глубине от поверхности изменения размеров рудного тела, элементов залегания и характера боковых пород, причем могут изменяться и минералогический комплекс, и ценность самой руды. В некоторых случаях две или несколько жил, выходящих на поверхность, могут соединиться на глубине и образовывать одну жилу: часто при их соединении наблюдается обогащение, но иногда этого и не бывает. В своем залегании рудные жилы редко остаются постоянными; они выклиниваются или увеличиваются по мощности, падению и простиранию; более богатые части или рудные столбы могут отделяться между собой пустой или убогой породой. Эти изменения зависят от того, насколько боковые породы были доступны для замещения минерализованными растворами и, по мере образования жилы в различных породах, мощность и содержание руды могли меняться, получая развитие вдоль благоприятного контакта. Точно также в зонах нарушения и разломов пород рудные тела более богаты и более мощны. Во многих золоторудных районах Северной Америки пригодные для разработки месторождения приурочены к зонам повышенной динамической деятельности, где имели место складчатость, сбросы, трещиноватость или нарушения пород. Благодаря этому в породах образовывались трещины и каналы, по которым циркулировали минерализующие растворы, а также отверстия, в которых происходило отложение рудных минералов.

В Лэд (Южная Дакота), где породы подвергались складчатости, крупное рудное тело Хомстэк образовано у выступа наклонной антиклинальной складки, причем вокруг меньших складок образовались меньшие рудные тела. В Аляска-Жюно рудные образования в форме прожилков и линз залегают в зоне нарушенных пород.

Таблица 8. Значение рудных минералов в различных, по возрасту, месторождениях золота в США

Минералы	Типы рудных месторождений ¹								
	Докембрийские месторождения			Мезозойские месторождения			Третичные месторождения		
	Зона окисления	Зона обогащения	Первичная зона	Зона окисления	Зона обогащения	Первичная зона	Зона окисления	Зона обогащения	Первичная зона
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Рудные минералы									
Алтант	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Арсенопирит	—	О	О	—	О	О	—	О	О
Азурит	С	—	—	С	—	—	С	—	—
Бисмутинит	—	—	—	—	—	—	—	—	С
Калаверит	—	С	С	—	С	С	—	—	—
Сераргит	—	Р	—	—	Р	—	С	С	—
Медный купорос	—	—	—	—	—	—	Р	—	—
Медный блеск	—	—	—	—	Р	—	—	С	Р
Медный колчедан	—	О	О	—	О	О	О	О	—
Хризикола	—	—	—	Р	—	—	Р	—	—
Киноварь	—	—	—	—	—	—	—	—	Р
Медь (самородная)	—	—	—	Р	Р	—	Р	Р	—
Куприт	Р	—	—	Р	—	—	Р	—	—
Свинцовый блеск	—	О	О	—	О	О	—	О	О
Золото	О	О	О	О	О	О	О	О	О
Гематит	С	—	—	С	—	—	С	—	—
Хинсдалит	—	—	—	—	—	—	Р	—	—
Лимонит	О	—	—	В	—	—	В	—	—
Магнетит	—	С	С	—	С	С	—	Р	Р
Малахит	С	—	—	С	—	—	С	—	—
Маркавит	—	—	Р	—	—	Р	—	—	Р
Молибденит	—	С	С	—	С	С	—	С	С
Молибдит	Р	—	—	Р	—	—	Р	—	—
Нагиагит	—	—	—	—	—	—	—	—	Р
Уранинит	—	—	—	—	—	—	Р	—	—
Полибавит	—	—	—	—	—	—	—	С	С
Мышьяковая серебряная обманка	—	—	—	—	—	—	—	С	С
Пираргирит	—	—	—	—	—	—	—	С	С

¹ В—весьма распространенный минерал, О—обычный, С—случайный, Р—редкий, М—местный,

Минералы	Типы рудных месторождений ¹								
	Докембрийские месторождения			Мезозойские месторождения			Третичные месторождения		
	Зона окисления	Зона обогащения	Первичная зона	Зона окисления	Зона обогащения	Первичная зона	Зона окисления	Зона обогащения	Первичная зона
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пирит	—	В	В	—	В	В	—	В	В
Пирротин	—	С	С	—	С	С	—	С	С
Родохрозит	—	С	С	—	С	С	—	С	С
Шеллит	—	—	—	—	—	—	—	Р	Р
Селенит	—	—	—	—	—	—	—	Р	Р
Серебро самородное	С	О	О	С	О	О	С	О	О
Сфалерит	—	О	О	—	О	О	—	О	О
Сильванит	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Теллуриит	—	—	—	—	—	—	—	Р	—
Тетраэдрит	—	Р	Р	С	С	—	—	С	С
Вольфрамит	—	—	—	—	—	Р	—	—	—
Алуунит	Р	Р	Р	Р	Р	Р	С	С	С
II. Неметаллические минералы									
Апатит	Р	Р	Р	Р	Р	Р	—	—	—
Барит	С	О	О	С	О	О	С	О	О
Хальцедон	С	С	Р	С	Р	Р	С	С	С
Хлорид	О	О	О	О	О	О	О	О	О
Доломит	—	С	С	—	С	С	—	С	С
Плавиновый шпат	С	С	С	С	С	С	С	С	—
Гранат	Р	Р	Р	Р	Р	Р	—	—	—
Гипс	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Мусковит	Р	Р	Р	Р	Р	Р	—	—	—
Опал	Р	Р	—	Р	Р	—	Р	Р	Р
Кварц	В	В	В	В	В	В	В	В	В
Рутил	Р	Р	Р	Р	Р	Р	—	—	—
Церусит	О	О	О	О	О	О	О	О	О
Сидерит	С	С	С	С	С	С	С	С	С
Сера	—	—	—	—	—	—	Р	Р	—
Тальк	С	С	С	С	С	С	С	С	С
Турмалин	—	Р	Р	—	Р	Р	Р	Р	Р
Везувианит	—	Р	Р	—	Р	Р	Р	Р	Р

¹ В—весьма распространенный минерал, О—обычный, С—случайный, Р—редкий, М—местный.

Когда жила пересекает породы различной крепости, то местами создаются более благоприятные условия для рудообразования; в таких случаях изменения в жиле могут происходить по падению, по простиранию или же по диагонали.

Рудное тело Хомстэк от выхода на поверхности до глубины свыше 700 м по вертикали не обнаружило никакого изменения в содержании руды. Это рудное тело несколько суживается на горизонте 645 и 690 м, но с горизонта 780 м рудное тело снова расширяется.

Точно также в районе Кирклэнд Лейк (Онтарио) до глубины 1410 м не было обнаружено никаких признаков уменьшения содержания золота в руде, а в некоторых участках, близких к этому горизонту, содержание в руде было в среднем даже несколько выше, чем в верхних горизонтах. В Материнской жиле (Калифорния) на глубине свыше 2 км по падению и почти 1470 м по вертикали не было никаких изменений, и содержание, по имеющимся сведениям, было такое же, как и на верхних горизонтах. По падению жилы встречались горизонты с убогой рудой, ниже которых следовала руда с хорошим содержанием.

На руднике Аляска-Жюно среднее соединение в руде, лежащей на 180 м ниже разрабатываемой части рудника, превышает в несколько раз содержание верхних горизонтов.

В Гресс-Валлей (Калифорния) на руднике Северная Звезда подготовительные работы доведены до глубины 2700 м по падению или около 1350 м по вертикали, а уменьшения содержания не наблюдалось.

Все перечисленные месторождения относятся к докембрийскому и мезозойскому возрасту, и можно утверждать, что в США большинство известных богатых золотом месторождений в основном принадлежит к этим эрам. Из этого не следует делать вывода, что все жилы обоих этих периодов всегда отличаются такой же неизменностью содержания, но эта неизменность является характерной их чертой. Другой характерной чертой этих месторождений является сравнительная несложность минерализации, представленной преимущественно пиритизацией (свинцовый блеск в некоторых случаях) и меньшим количеством других сульфидов, а также незначительным количеством кальцита и прочих карбонатов вместе с самородным золотом.

Месторождения третичного периода в США являются более неправильными и отличаются более сложным минеральным комплексом и меньшей выдержанностью на глубину.

В районе Боди (Калифорния) содержание металла в руде с явной быстрой уменьшается ниже горизонта 150 м. Это вызвано условиями первичной минерализации во время образования месторождения или же могло произойти под влиянием процессов вторичного обогащения верхних горизонтов (см. фиг. 54).

В районе Гольдфильдс (штат Невада) очень богатое содержание верхних горизонтов заметно разубоживается на глубине 90 м и ниже, хотя на

некоторых других рудниках этого штата иногда добывалась руда с хорошим содержанием на более глубоких горизонтах.

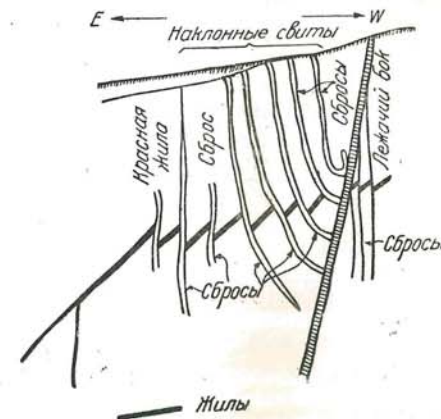
В верхних горизонтах рудников в районе Тонопа (штат Невада) богатые руды связаны с зоной окисления, а в зоне первичных руд замечается падение содержания в руде, уменьшение количества сульфидов и увеличение кварцев.

В районе Раунд Маунтейн (штат Невада) жила разрабатывалась на глубину до 110 м по вертикали, а ниже горизонта 130 м руды оказались непромышленными. Промышленная руда поступала, главным образом, из зоны окисления и зоны вторичного обогащения. Окисленная руда отличалась высоким содержанием, но имела форму очень небольших залежей с неравномерным содержанием и распределением оруденения.

В районе Отман (Аризона) золотые жилы третичного возраста представляют собою довольно необычайное явление. Большая часть многочисленных жил этого района оказалась пустой или же убогой или, наконец, в лучшем случае, с очень небольшими запасами руды. Несколько из них, однако, оказались промышленными, к ним относятся: Том Рид, Большой Джим, Золотой Путь и Объединенная Восточная жила (см. фиг. 55). Эти жилы заполняют сбросовые трещины, но после образования они были разрушены и смещены. В поверхностной их зоне руд с хорошим содержанием встречено очень мало, также очень мало было обнаружено богатых руд ниже горизонта 300 метров.

Однако с 1931 г. на глубине 360 м вырабатывается небольшое рудное тело с очень высоким содержанием металла в руде. Наиболее крупное отдельное рудное тело было также обнаружено в мягкой породе на жиле Том Рид, причем оно имело 300 м в длину, 15 м мощности и 240 м в глубину при среднем содержании в 22 доллара на 1 т (см. фиг. 55).

Можно отметить, как общее явление, что в США золотые жилы третичного периода на глубине 300 м от поверхности становятся непромыш-



Фиг. 54.

Поперечный разрез системы жил на руднике Стандарт-Боди, Калифорния.

леными и большинство из них, вероятно, идет на глубину не более 150 м. Исключение из этого правила составляет Крипл Крик, Колорадо, где руда с промышленным содержанием добывается на глубине 870 м, так же как жила Комсток (Невада), Телюрид и Кемп Берт (Колорадо), Гольдфильс и Тонопа (Невада).

Весьма возможно, что тщательные поисковые работы в старых районах приведут к открытию на глубине новых рудных тел — особенно таких, которые не достигают поверхности, т. е. слепых жил, идущих параллельно известным жилам. Кроме того, при современном высоком состоянии техники в США является выгодным вести разработку старых затопленных водой рудников, закрытых в то время, когда себестоимость золота оказалась выше доходов от эксплуатации месторождений.

В США среди некоторых горняков распространено мнение, что если богатая руда встречается в верхних частях рудного тела, то на глубине должна иметься еще более богатая руда. В действительности же часто имеет место обратное явление, потому что выхода некоторых золотых жил в процессе окисления и выщелачивания потеряли часть своих составных элементов и, таким образом, обогатились в верхних частях за счет оставшегося золота.

С другой стороны имеются золотые жилы, не затронутые около поверхности процессами окисления, которые становятся более обогащенными на глубине. Такое явление подтверждено достаточным количеством слу-

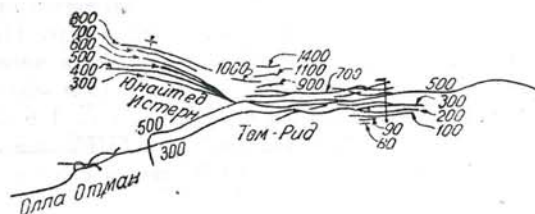
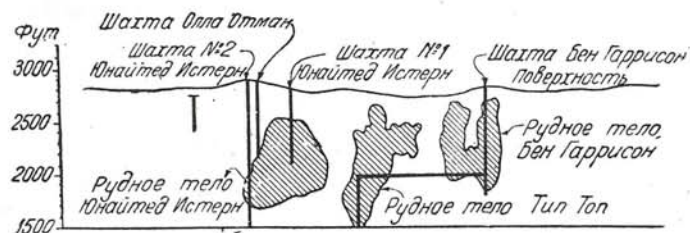


Схема главных выработок на жиле Том Рид и ее ответвлениях



Фиг. 55.

Схема и продольное сечение рудных тел в жиле Том Рид, Отман, Аризона.

чаев и это именно определило мнение горняков этих районов, что вообще разведки на значительную глубину часто оправдываются даже и в том случае, когда на поверхности имеются довольно слабые признаки оруденения.

В качестве объяснения таких фактов выдвинута даже целая теория, принадлежащая Эммонсу, но едва ли можно установить, как правило, что крупные промышленные рудные тела обязательно сопровождаются заметными или небольшими показателями с поверхности.

В рудниках Аризоны, где создалась эта теория, действительно такие факты имели место, точно так же как в Канаде, в рудных образованиях Квебека и Онтарио.

В других же местах США и Канады мы встречаемся иногда с фактами совершенно противоположного значения: жилы, содержащие промышленное золото, истощаются на глубине. Это объясняется тем, что влияние динамического воздействия в виде нарушений смятий и трещиноватости пород обычно уменьшается с глубиной, но содержание золота в этих сокращенных трещиноватостях все-таки не уменьшается.

В Крипл Крик (Колорадо) теллуридовая руда вырабатывалась на глубине 900 м от поверхности или почти на 150 м ниже первоначальной поверхности вулкана Крипл Крик. Жилы, которых было очень много на верхних горизонтах, слились на глубине и уменьшились в количестве, но содержание золота в этих жилах стало не меньше.

В Алабаме, Георгии, Каролине и Виргинии (в районе Аппалахского хребта) глубоко залегающие золотоносные жилы широко развиты в пределах докембрийских сланцев и гранита. Генетически они представляют трещиноватые жилы в гранитах, или чечевицеобразные тела в сланцах. Кварц, пирит и часто гранит составляют основную жильную породу. Золото встречается и в свободном виде и в тесной связи с пиритом. Окисленные и обогащенные верхние части этих жил разрабатывались в прошлом с выгодой на глубину до 60 м, но первичная руда, ниже уровня грунтовых вод, обычно отличалась низким содержанием. В прошлом добыто было в районе Аппалахи значительное количество россыпного золота, а также большое количество легко обрабатываемой руды из окисленных зон. Начиная с 1800 г. было добыто в общем больше чем на 50 млн. долларов, из которых 30 млн. долларов приходится на долю россыпного золота. Нужно отметить, что большая часть россыпного золота была добыта разработкой элювиальных россыпей из разложившегося выветренного материала коренных месторождений, оставшегося на месте. Это элювиальное золото составило большую часть суммарной добычи жильного и россыпного золота, причем классификация его объяснялась больше способом добычи, чем его происхождением.

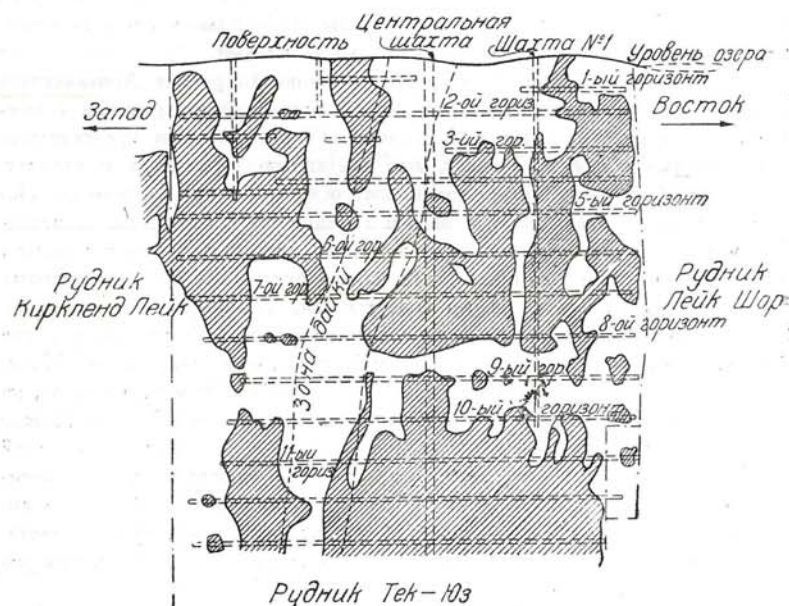
За последние годы Аппалахские месторождения золота утратили свое положение в золотой промышленности. Это дало повод многим геологам сделать предположение, что известные жилы имеют корни или нижние

части в виде мощных жильных образований и что надо вести разведку на глубину.

С 1929 года, вследствие широко распространенного интереса к золотодобыче, одна крупная золотопромышленная компания вела широко разведку в Южных Штатах в районах Аппалаха в течение ряда месяцев, но пока добилась сравнительно очень скромных результатов. Эта компания предполагала тем не менее разведать глубокие горизонты одной жилы, подающей надежды, с тем чтобы определить природу первичного оруденения. Если бы разведка на глубину выявила наличие промышленной сульфидной руды ниже окисленной зоны, то это явилось бы основанием для серьезных разведочных работ на некоторых других старых рудниках.

На это и у нас надо обратить внимание; в США считают, что выклинивание рудного столба или уменьшение содержания в руде на данном горизонте вовсе не означает, что достигнут предел пригодный для работ руды, так как это может вызываться чисто местными условиями.

Так, на 9-м и 10-м горизонтах рудника Тек-Юз (см. фиг. 56) озеро Кирклэнд (Онтарио) было обнаружено очень малое количество руды. Ниже этих горизонтов, однако рудное тело снова появилось, стало мощным и имело высокое содержание золота. На 26-м, 27-м и 28-м горизон-



Фиг. 56.

Рудные столбы в верхней части жилы на руднике Тек-Юз (Онтарио) и убогие зоны между 8-м и 9-м горизонтами.

тах снова была встречена убогая зона, между тем, как на 30-м горизонте (1080 м ниже поверхности) руда снова оказалась с хорошим содержанием.

На Материнской жиле в Калифорнии, вблизи города Джексона, имелась убогая зона, в которой на горизонте 690 м руда отсутствовала совсем. Но на горизонте 825 м руда была вновь встречена и продолжалась вверх почти до горизонта 690 м. Крупнейший рудный столб был обнаружен на горизонте 870 м, и до сих пор еще хорошая руда выделяется с глубины 1470 м.

В Сиерре (Калифорния) имелась зона из пустой породы на горизонте 300 м, но ниже горизонта 300 м была вновь обнаружена руда и в настоящее время рудник работает с успехом на горизонте 630 м и ниже.

На руднике Портланд, в Крипл Крик (Колорадо) верхняя система жил выклинилась вблизи 5-го горизонта, ниже которого была встречена новая система жил. Следующий непромышленный горизонт был расположен ниже горизонта 360 м, но уже на горизонте 450 м была снова найдена хорошая руда. Новая система жил была встречена между горизонтами 640 м и 900 м после выклинивания прежней системы жил. Примеры эти весьма поучительны и, несомненно, что в Соединенных Штатах, а тем более у нас в СССР, имеются еще очень крупные месторождения золота, до сих пор еще не открытые и залегающие на большой глубине и имеющие промышленное содержание. Поиски таких месторождений будут стоить дорого, но разведки вести необходимо.

Несомненно, что по мере накопления знания в отношении таких типов месторождений, их характера и структурной связи и по мере усовершенствования разведочных работ с помощью геофизических методов, все такие рудные месторождения будут у нас в СССР открыты и поступят в эксплуатацию.

Так как СССР широко развернул свою советскую золотопромышленность, то все усилия наши должны быть направлены на то, чтобы создать большое и технически продуманное рудное дело. В создании новых рудников, в восстановлении старых, в разветвлении их мы должны иметь перед глазами примеры технических достижений Америки. Не нужно им подражать слепо, надо брать то, что подходит к нашим условиям, что годится для нашей практики, помня, что будущее нашей золотопромышленности лежит в развитии и расширении разработок коренных месторождений золота и добычу золота мы можем учетверить, как сказал нам наш мудрый учитель т. Сталин.

Я приведу ниже ряд примеров, как Америка подошла к разрешению этого вопроса, а наши товарищи в Сибири и на Урале выберут сами, что для них, как для практиков и людей дела (business and practice men), является наиболее подходящим в области разведки, подготовительных работ и добычи золота.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ

Краткий очерк золоторудных месторождений США по отдельным штатам

Данные, на основании которых я делаю краткий очерк положения золоторудной промышленности по отдельным штатам, получены от Bureau of Mines США и от геологической службы США (U. S. Geological Survey) и касаются Аляски, Калифорнии, Колорадо, Южной Дакоты и Канады. Кроме того во вторую мою поездку мне удалось посетить многие рудники США.

Относительно Аляски надо сказать, что разработка ее россыпей описана ранее. Общая добыча золота несколько увеличивается в Аляске за последний ряд лет (исключение составляет 1927 г.), но она сильно упала по сравнению с довоенным временем.

Вот данные о добыче за 21 год:

Таблица 9. Добыча золота в Аляске за 21 год

Годы	Стоимость в долларах	Годы	Стоимость в долларах
1912	17 853 256	1923	6 510 800
1913	15 626 813	1924	6 275 000
1914	15 764 209	1925	6 360 281
1915	16 702 144	1926	6 722 200
1916	16 124 800	1927	5 918 300
1917	15 171 300	1928	6 834 200
1918	9 421 700	1929	7 783 300
1919	9 963 500	1930	8 420 800
1920	8 535 700	1931	9 633 200
1921	7 998 500	1932	8 982 200
1922	7 144 800		

Некоторое оживление заметно в работе новых драг, поставленных в районе Фербэнкса. В 1928 и 1929 гг. увеличение это было еще значительнее, так как частично должны были быть закончены большие подготовительные работы «Фербэнкс Эксплорэйшен Ко» и должны были быть введены в эксплуатацию их новые драги и расширены гидравлические разработки. Затем компания «Хаттон Консолидэйтед Голдфильдс» должна

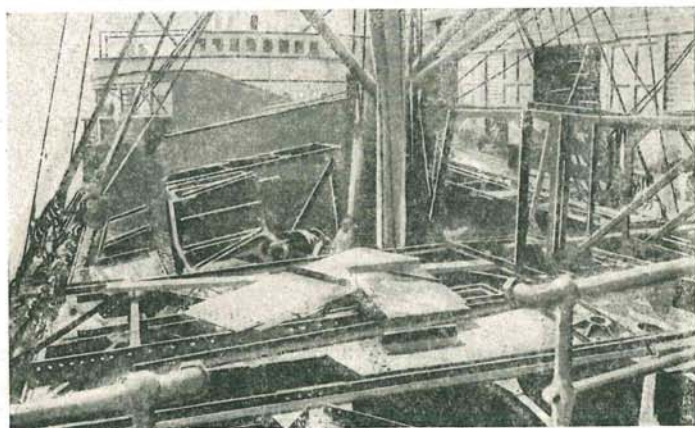
была ввести в работу три новые драги в районе Номе и одну — в районе Змеиной реки. Что же касается разработки рудного золота в Аляске, то она увеличивалась за последние годы за счет уменьшения добычи россыпного золота. Особенное значение имеют работы «Аляска-Жюно Ко», самого большого золотого рудника на земном шаре, добывающего руду с очень низким содержанием золота. Средняя выработка рудника — около 12 000 т в сутки, хотя были месяцы в 1927 г., когда рудник давал в среднем по 14 000 т в сутки. Почти половина выработки рудника отсортировывается и идет в отвал и только половина поступает в переработку.

Так как этот рудник довольно интересен, считаю полезным на нем остановиться несколько подробнее.

Я посетил его в начале 1928 г. и имел возможность получить на месте некоторые данные о стоимости работ. В табл. 10 приведены сведения

Таблица 10. Стоимость руды на рудниках компании «Аляска-Жюно»
(в долларах)

Работы	Рабочая сила	Электрич. энергия	Взрывчат. вещества	Снабжение	Итого
Подготовительные работы	0,0131	0,0006	0,0035	0,0028	0,0200
Работы в забоях	0,0018	0,0001	0,0121	0,0012	0,0152
Разбурка	0,0550	0,0062	0,0401	0,0085	0,1098
Перевозка	0,0624	0,0038	0,0000	0,0155	0,0817
Итого	0,1323	0,0107	0,0557	0,0280	0,2267



Фиг. 57.

Отправка новой драги на пароходе из Сан-Франциско в Номе, Аляска.

о средней стоимости в долях доллара одной тонны руды, добываемой на руднике компании «Аляска-Жюно».

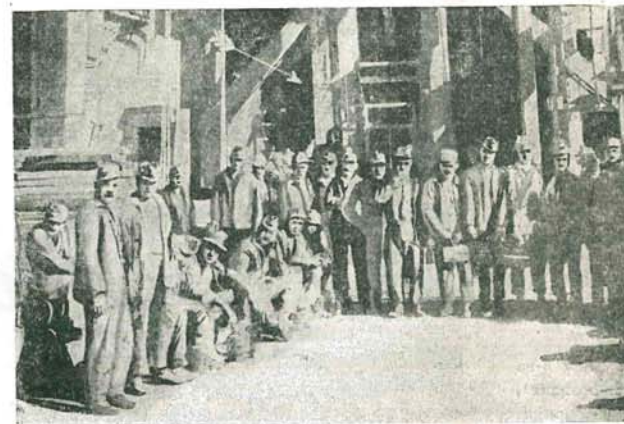
К этому надо добавить стоимость накладных и общих расходов, которые ложатся на одну тонну руды в размере 0,0195 доллара.

Кроме того, имеются данные о стоимости для компании одного рабочего в день на подземных и иных работах. Данные эти получены от деления всех расходов на число людей, занятых в руднике, и составляют в настоящее время 11 долларов 67 центов на человека в день, тогда как в 1914 г., т. е. до войны, эта цифра была всего 6 долларов 31 цент. Добыча руды на одного человека в день, считая только рабочих, занятых под землей, составляет 46 т.

В Калифорнии добыча золота представлена в табл. 11. Продукция этого штата за 18 лет уменьшилась в 1—2½ раза.

Таблица 11. Добыча золота в Калифорнии

Годы	Золото в долларах	Годы	Золото в долларах
1915	22 442 296	1924	13 085 700
1916	21 980 400	1925	13 268 200
1917	20 087 504	1926	12 024 800
1918	16 784 400	1927	11 679 200
1919	17 398 200	1928	10 609 800
1920	14 810 900	1929	8 306 500
1921	15 061 300	1930	9 308 300
1922	14 721 000	1931	10 773 300
1923	13 465 000	1932	11 700 900



Фиг. 58.

Группа рабочих на рудниках о-ва Кеннеди, Калифорния.

Несмотря на то, что в работу введены новые драги, которые дают возможность разрабатывать очень бедные россыпи с содержанием золота в 12,4 цента на 1 м³ при себестоимости в 6 центов на 1 м³, общая добыча россыпного золота продолжает уменьшаться. Это относится главным образом к уменьшению гидравлических разработок, которые запрещены или почти запрещены последним законом штата Калифорнии. Когда-то гидравлическим способом добывалось в Калифорнии золота на 10 000 000 долларов ежегодно, а за последний отчетный год добыто всего только на 175 345 долларов. Это уменьшение значительно отразилось на общем итоге добычи золота, а увеличение дражных работ не было настолько интенсивно, чтобы компенсировать падение гидравлических разработок.

Разработки коренных месторождений золота продолжают разрабатываться, но очень медленным темпом. Я посетил некоторые рудники в районе Амадора, Калаверса, Туолона и других. Особенно интересны рудники о-ва «Кэннеди» (фиг. 58) в Джеконе глубиной в 1524 м, рудники о-ва «Аргонавт» глубиной 1365 м (фиг. 59) и «Центральная Эврика» — 1219 м. Затем интересны рудники в Карсон Сити и Плимуте, но я не имел возможности спускаться в них.

Эти главные пять рудников Калифорнии вырабатывают в год 680 637 т руды с содержанием золота, примерно, на 3 815 000 долларов.

Почти все вышеперечисленные рудники расположены на главной Калифорнийской жиле, так называемой «Материнской жиле» (Mother Lode).

При посещении этих рудников не было заметно, чтобы велись какие-либо работы по рационализации, установке нового оборудования, взамен старого, которое относится к 1914 и 1915 гг. По моим сведениям это произошло от того, что не было у промышленников стимула вкладывать капиталы в золотую промышленность. Как видно было из разговора с директором компании «Эмпайр Майн», капиталисты ждали увеличения цены



Фиг. 59.

Рудник о-ва
«Аргонавт»,
Калифорния.

(прямого или косвенного) за сдаваемое казначейству золото и лишь тогда направят капиталы в золотопромышленность. Поэтому никаких новых золотых рудников за последние 10—12 лет в Калифорнии заложено не было, старые рудники разрабатывались очень слабо, а между тем возможность к увеличению добычи рудного золота есть, как показывает разведка.

Поэтому я не считаю нужным приводить детальное описание калифорнийских рудников; гораздо важнее для нас большие и заново оборудованные рудники в Южной Дакоте, которые мне удалось довольно детально осмотреть и описание которых будет, по моему мнению, довольно интересным для наших работников. Имея это в виду, я здесь не буду останавливаться на сообщении данных о добыче золота в Южной Дакоте, а посвящу отдельную главу описанию самого большого рудника этого штата — «Homestake Mining Co», который с момента открытия в 1877 г. и до сих пор дал золота более, чем на 205 000 000 долларов. Этот рудник является одним из самых больших производителей золота в мире, а по своему техническому, обновленному несколько лет тому назад, оборудованию считается, несомненно, первым. В год эта компания перерабатывает более 1 600 000 т. руды и дает золота на сумму около 6 млн. руб., т. е. почти вся продукция штата Южной Дакоты получается с рудника компании Хомстэк.

Дела этой компании идут, вероятно, очень хорошо, потому что она все время расширяет рудники, строит новые обогатительные фабрики и зорко следит за всеми усовершенствованиями техники, которые и применяет у себя. Дивиденды этой компании составляют примерно 1 750 000 долларов в год.

В Колорадо добыча золота за последние годы увеличивается. Все же, как видно из табл. 12, добыча за последние 16 лет уменьшилась более, чем в 2½ раза.

Таблица 12. Добыча золота в Колорадо

Годы	Золото в долларах	Годы	Золото в долларах
1917	15 974 500	1925	7 221 600
1918	12 724 700	1926	7 158 700
1919	10 249 300	1927	5 356 000
1920	7 508 400	1928	5 345 000
1921	7 347 800	1929	4 457 100
1922	6 707 000	1930	4 511 800
1923	6 525 800	1931	4 654 200
1924	8 699 900	1932	6 339 400

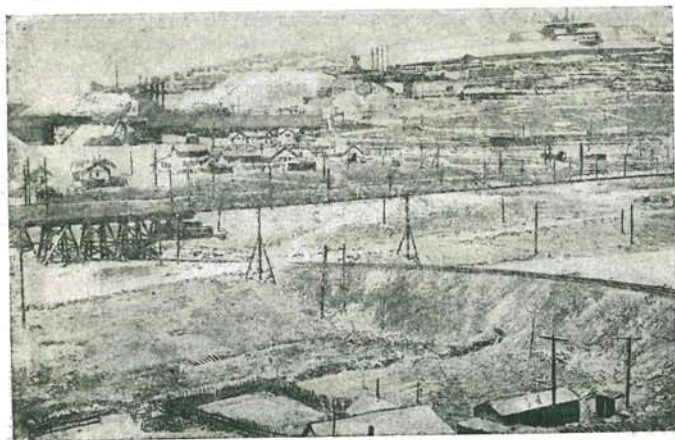
Падение добычи за 1927 г. объясняется приостановкой работ на руднике Крессон из-за обвала и из-за пожара на Виндикаторе. Оба эти рудника, находящиеся в районе Криппл Крик, я имел возможность посетить и подробно осмотреть. Крессон добывает в год около 100 000 т руды

с содержанием золота до 14 долларов на тонну. Примерно такую же руду добывают и другие девять рудников в районе Криппл Крик: Виктор, Портланд, Независимая, Виндикатор и другие (фиг. 60). Колорадо пока не развивает своей золотой промышленности и не разворачивает своих рудников в более или менее широком масштабе, но это, по моему мнению, происходит потому, что промышленники воздерживаются от инвестиции капитала, ожидая более благоприятной конъюнктуры и косвенной или прямой помощи со стороны государства. А возможности к развитию золотой промышленности в Колорадо есть, как это видно из книги С. W. Henderson'a — *Mining in Colorado*¹.

Он исчисляет запасы золотосодержащих руд в Колорадо до 10 000 000 т и считает залежи эти вполне проверенными разведкою и годными для разработки. По данным, приведенным в его интересной книге, видно, что до сего времени Колорадо дало золота на 673 000 000 долларов, т. е. больше, чем какой-либо другой штат США; большая часть этого золота добыта из рудных месторождений, и есть все данные предполагать, что в существующих рудниках и в новых месторождениях имеется руды гораздо больше тех 10 000 000 т, наличие которых установлено разведкою.

К. В. Хендерсон говорит, что штат Колорадо был во многом обязан энергии первых проспекторов, открывших и разрабатывавших месторождения золота. Но эти проспекторы были только практиками и пропустили

¹ К. В. Хендерсон. Горное дело в Колорадо. Вашингтон, 1926. Издание Геологического бюро (Geolog. Survey).



Фиг. 60.

Группа золотых рудников в районе Криппл Крик, Колорадо.

многие месторождения, которые только теперь могут быть обнаружены. Он надеется, что комбинация из хорошо поставленной разведки и энергии проспекторов даст возможность в ближайшие же годы развернуть и увеличить добычу штата, доведя ее, по его исчислениям, до 12 000 000 долларов в год. Он дает целую программу разведки, разведочного бурения и разворачивания работ, исходя, как от отправочной точки, от уже разрабатываемых районов и переходя, затем, к новым районам, где есть все данные на нахождение там золота.

С этим мнением согласен В. Е. Менденхолл, который говорит, что геологические изыскания в Колорадо до сих пор не были систематическими. Изыскательные работы в старых районах велись настолько спорадически и от случая к случаю, что надо заново пересмотреть все старые районы и, затем, по определенной программе вести разведки в новых районах.

Я не возражаю совершенно против того, что у штата Колорадо есть большие возможности к дальнейшему его развитию. Об этом только и говорят в золотых районах Колорадо: в Криппл Крик, Сан-Жуане, Лидевилли и других.

Директор «Портланд Голд Майнинг Компани», небезызвестный J. W. Adu, большой поборник идей развития золотопромышленности в Колорадо, говорит, как и его калифорнийские коллеги, что пока не будет улучшена золотая конъюнктура (это дело должно взять на себя правительство), до тех пор не будет сделано промышленниками никаких инвестиций, и К. В. Хендерсону придется подождать с осуществлением его розовых надежд.

Я считаю, что книга К. В. Хендерсона будет полезна нашим работникам, как первая в Америке работа, давшая систематический план развития золотопромышленности на пять лет (1926—1931 гг.). Однако, если из области планов перейти к тому, что уже реально делается в США, то для нас гораздо интереснее ознакомиться, хотя и вкратце, с теми работами, которые проводятся в Южной Дакоте и в Канаде. Описанию дакотского рудника «Хомстэк Майнинг Ко» я посвящаю одну главу, что же касается Канады, то нужно отметить, что ее золотопромышленность сильно развивается за последние годы. Английское правительство обращает особое внимание на золотую промышленность этого доминиона и усилением добычи золота в Канаде хочет компенсировать недовыработку золота в Австралии и Африке. Различные меры предприняты английским правительством и правительством Канады для того, чтобы форсировать добычу золота, и, надо сознаться, меры эти дали возможность действительно развернуть работы и увеличить производство. Стоимость добываемого в Канаде золота составляет 24% стоимости всей минеральной продукции доминиона. На первом месте по стоимости продукции Канады стоит каменный уголь, а на втором — золото. В мировой добыче золота до последнего времени на первом месте стояла Африка, на втором — США, на третьем — Канада

и на четвертом — СССР¹. Как видно из табл. 13, добыча золота в Канаде растет неуклонно за последние 21 год, обгоняя США.

Таблица 13. Добыча золота в Канаде

Годы	Стоимость в долларах	Годы	Стоимость в долларах
1912	12 648 794	1923	25 495 241
1913	16 598 923	1924	31 532 402
1914	15 983 007	1925	35 880 826
1915	18 977 901	1926	36 263 110
1916	19 234 976	1927	38 390 464
1917	15 272 992	1928	39 082 005
1918	14 463 689	1929	39 840 722
1919	15 580 423	1930	43 557 000
1920	17 754 487	1931	55 688 000
1921	19 148 920	1932	63 061 000
1922	26 116 050		

Канада делится на шесть горных районов. Золото встречается почти во всех из них, поэтому интересно для нас ознакомиться с каждым из этих районов в отдельности и проследить, чем объясняется такой живой рост добычи золота.

В Британской Колумбии увеличение добычи золота идет скачками. Иногда годовой прирост составляет 20%, а в 1925 г. увеличение было даже 26% за год по сравнению с предыдущим 1924 г. Эти темпы объясняются, во-первых, доходностью золотой промышленности и выгодностью вложения капиталов в золотые предприятия Британской Колумбии. Затем, здесь мы наблюдаем очень деятельную разведку; большая исследовательская работа была проделана за последние 3—4 года, что отразилось в довольно богатой литературе по геологии Британской Колумбии. Далее, мы видим, что правительство дало большие льготы золотой промышленности, совершенно сняв большинство налогов, изменив горные законы в сторону облегчения старательских работ, послав, наконец, из Африки и Австралии многих опытных инженеров, которые консультировали и помогали канадцам своим огромным опытом в составлении как общего плана развития, так и в проведении отдельных детальных работ. Наконец, по прямому приглашению правительства, многие банки и промышленники, люди с большой инициативой и опытом, перебросили свои капиталы из Австралии, Новой Зеландии и Африки в Британскую Колумбию, где условия развертывания работ и погашения капитала являются чрезвычайно выгодными.

Все эти обстоятельства и энергичное вмешательство в это дело лондонского и канадского правительств привели к тому, что с 1920 г. добыча золота составила около 2 000 000 долларов. Британская Колумбия

¹ Теперь на втором месте стоит наш Союз.

подняла свою производительность к настоящему времени до 5 178 000 долларов в год, т. е. дала увеличение почти в 2½ раза.

Район Манитобы является одним из «потенциальных» канадских районов. Есть все возможности к его развитию, которое до сего времени задерживалось тем, что не было путей сообщения, не было источников движущей силы, и тем, что не было вложено достаточных для развертывания производства капиталов. Разведка, которая за последние три года велась в довольно широком масштабе, показывает, что есть налицо все данные к развитию этого района. «Новая Скотия» (Новая Шотландия) имеет большое количество мелких жил и прожилков в кварците и сланцах докембрийской эры. Однако, руды эти разрабатывались очень слабо и до сих пор, потому что существовало среди промышленников в Канаде предрассудение, что невыгодно разрабатывать руды с небольшим содержанием золота. На самом же деле это совсем не так, и при применении соответствующих методов небогатые руды могут разрабатываться с не меньшим успехом, чем руды богатые. Примером служит большой рудник компании Аляска-Жюно, так же, как рудники компании Хомстэк в Южной Дакоте. В районе «Новой Скотии» (Новой Шотландии) небогатые руды могут с успехом разрабатываться еще и потому, что есть дешевые источники движущей силы, есть несколько гидроэлектрических силовых станций и нужно только убедить промышленников, что эксплуатация бедных, но обширных золотых месторождений, пожалуй, дело более верное и постоянное, чем разработка случайных «золотых гнезд» и богатых жил. Такого мнения держится J. C. Муггау и другие знатоки Новой Шотландии.

Онтарио является одним из «свежих» золотых районов, где продукция растет быстро и непрерывно. Это объясняется чрезвычайно удобным расположением здешних золотых месторождений, большою рентабельностью инвестиции капитала и тем, что правительство обращает особое внимание на этот район, что очень ясно видно было из речей министра Ch. M. Crea, посетившего Онтарио и приглашавшего промышленников смотреть вперед с оптимизмом и с верой в помощь правительства.

Действительно, добыча золота за последние 16 лет увеличилась в шесть раз.

Таблица 14. Добыча золота в Онтарио

Годы	Добыча в кг	Годы	Добыча в кг
1917	13 361	1925	45 291
1918	12 741	1926	46 407
1919	15 655	1927	47 337
1920	17 484	1928	48 918
1921	21 648	1929	50 282
1922	31 000	1930	53 816
1923	30 104	1931	64 660
1924	38 471	1932	91 491

Особенно сильно растет округ, называемый «Красное озеро». До 1926 г. знали только, что это — низменного характера местность, покрытая торфяными болотами, перерезанными речками. Геологическую разведку начали уже после того, как старатели открыли золото. Теперь же этот район пользуется славой маленького Клондайка.

В округе Квебека есть другой такой, вновь приобретший славу, пункт — Руэн (Роуп), расположенный в «промерзшей местности», куда зимой легче добраться, чем летом, и где путешествовать можно на санях, собаках, лыжах и т. д. В этой северной части Квебека так же, как и в северной части Онтарио, где находится Красное озеро, в настоящее время наблюдается такой же «романтический период» разветвления, какой мы видели 20 лет тому назад в Клондайке, Номе и Фербэнксе, с той только разницей, что в Квебеке и Онтарио больше внимания обращают на разведку и на технически продуманные способы разработки, чем это делалось в героические времена аляскинских золотых лихорадок. Поэтому весьма вероятно, что канадские месторождения на севере Квебека, Онтарио и на востоке Манитобы не будут так хищнически и так быстро истощены, как это было с не менее богатыми месторождениями Аляски и Юкона.

В западном Квебеке также разветвляются большие работы, и есть все данные рассчитывать на большой и постоянный успех, так как за последние три года очень большое внимание отдавали разведке и серьезно подготовили район к эксплуатации.

Особого внимания заслуживает месторождение около станции Гудро, Альгома-Центральной железной дороги. Это месторождение занимает площадь более 260 км², находится в хороших транспортных условиях и расположено вблизи источников энергии (вода). Золото встречается в кварцевых жилах, прорезывающих граниты, порфириды и другие твердые породы. Шесть компаний уже работают в этом месте, одна из них установила толчейную фабрику для обработки руды.

Эти все районы для нас чрезвычайно поучительны: они лежат примерно в таких же условиях, как наша Сибирь, за исключением Гудро, который лежит около станции Альгома Центральной ж. д.

Все эти канадские районы развиваются быстро и развиваются не так, как в свое время Юкон, который теперь уже отходит на второй план. Еще раз считаю полезным отметить, что новые канадские районы развиваются на основе хорошо выполненной разведки и разрабатываются по научно-продуманным методам, наиболее подходящим к местным условиям. Развитие канадских приисков должно служить примером для разветвления наших сибирских и уральских разработок, которые, несомненно, не менее богаты золотом, чем канадские месторождения.

Остановлюсь несколько подробнее на описании методов их работы: исследований, опробования подготовительных и горных работ.

Главные месторождения золотых руд в США и в Канаде встречаются в районах интенсивного извержения магмы. Такие районы представляют самые широкие возможности для успешных разведочных и поисковых работ, что несомненно относится и к районам нашего СССР.

Первым указанием на наличие в таком районе золотосыпных жил служит открытие золотых россыпных месторождений, хотя наличие россыпного золота не всегда и не везде предопределяет успешность поисков коренных месторождений.

Вторым обычным для этих районов признаком наличия золотосыпных жил являются обломки орудененного жильного материала — обычно кварца или породы, содержащей кварц, с некоторым количеством золота. Наличие галл, состоящей из раковиннообразного железистого кварца, должно заслуживать внимания, хотя в ней может и не быть видимого золота. В таких случаях хорошо гальку истолочь в порошок и промыть его в ковше.

Проследивая россыпное золото вверх по течению ручья или обломки руды вверх по склону, разведчик двигается по общему направлению к источнику, откуда первоначально вышло золото. Когда разведчик доходит вверх по течению до места, где больше нет золота, или до горизонта склона, где нет рудных обломков, то, по всей вероятности, он должен находиться где-то очень близко от источника жильного золота.

Если золото прослеживалось вдоль русла, то необходимо искать рудные обломки на склонах вблизи от того места, где было найдено последнее золото. Если рудные обломки были прослежены до горизонта исчезновения их с поверхности, то вслед за этим необходимо копать канавы для вскрытия жилы вдоль склона холма от той линии, на которой был найден последний кусок руды. Иногда жильный материал оказывает больше сопротивления выветриванию и эрозии, чем порода, и может возвышаться над ней. В этом случае потребуются очень мало работы по рытью канавы для вскрытия выхода жилы. В других случаях жила может оказывать менее сопротивления, чем вмещающие ее породы, и ее место расположения может представлять углубление в поверхности. В этом случае потребуются значительное количество земляных работ для ее обнажения.

Если поверхность склона сильно покрыта наносами, то первые канавы можно целиком пройти над жилой, и тогда надо рыть более глубокие канавы или штольни в местах ниже склонов холма, чтобы достигнуть коренной породы и пересечь жилу.

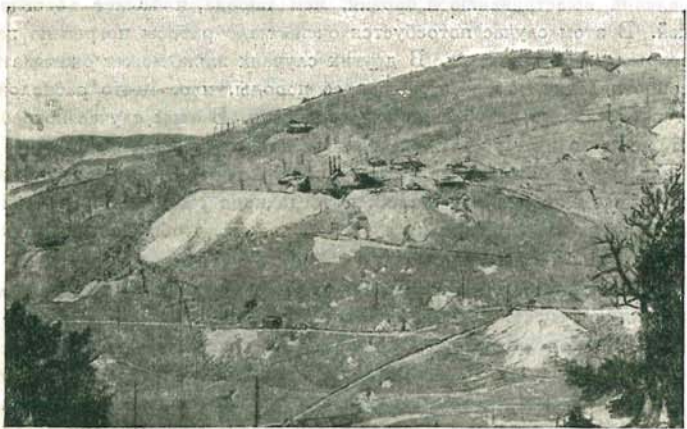
Проходка канав от того места, где были найдены последние обломки на поверхности, может иногда привести к пересечению коренных пород, но не жилы. Если покрывающие жилу породы содержат также рудные обломки, то это все-таки указывает, что жилу можно встретить несколько далее. На фиг. 61 показаны канавы и прочие приисковые работы по вскрытию на склонах холма Рэвен-Хилл в районе Криппл Крик, Колорадо.

В сравнительно плоской местности, не имеющей заметных уклонов, особенно в местности, покрытой мощными ледниковыми отложениями —

наличие обломков рудных жил дает сомнительную возможность успешных поисков коренного источника золота вблизи этого места. Если обломки рудных жил найдены в основных ледниковых отложениях района, то в этом случае они могут не дать практически ценных указаний: прежде чем отложиться, они могли быть отнесены за сотни миль от своего коренного выхода. Если рудные обломки найдены вне ледниковой зоны в холмистой местности, то их современный рельеф холмов, — в силу вероятного изменения своего облика, — может не дать указаний, откуда принесены обломки. Между тем выход жилы может быть очень близко от места нахождения обломков, хотя направление, в котором его нужно искать, неизвестно.

Поэтому необходимо исследовать ближайшие участки и для вскрытия коренных пород в этих участках необходимо проводить канавы или бить шурфы. В некоторых промышленных районах США порвоначальные открытия были сделаны на склонах холмов, а крупнейшие и наиболее богатые жилы находились неподалеку в более низких местах поверхности, заполненных наносным материалом или даже водами озер. Это объясняется тем, что промышленные золотые жилы встречаются чаще в нарушенных зонах, очень благоприятных для эрозии, и могут поэтому находиться в пониженных частях поверхности, покрытых зачастую мощными наносами. Поисковые работы в низких местах обычно ведутся подземными выработками.

Вслед за поисковыми работами, т. е. тогда, когда жила уже открыта, приступают к работам, которые принято называть разведочными. Таким образом термин «разведочные работы» применяется для работ, имеющих целью определение породы и протяжения открытого месторождения, а также содержания металла или ценности породы, производящихся прежде



Фиг. 61.

Поисковые работы по вскрытию в Рэвен-Хилл, Криппа Крик, Колорадо.

чем приступить к подготовительным и эксплуатационным работам на руднике.

Эти разведочные работы зависят от ряда условий, как, например: от положения жилы в отношении топографии поверхности; от ее формы, размеров, падения и прочих геологических условий; от таких факторов, как географическое местонахождение, доступность для доставки рабочих материалов и топлива, наличия воды и пр., а также от размера средств, какие могут быть отпущены для разведочных работ.

При открытии месторождений, хотя бы и с высоким содержанием металла, нельзя сделать точных предположений о затратах, которые потребуются, чтобы выявить, является ли это месторождение промышленным или нет.

В Америке установлено правило, что лучше всего основывать каждый дальнейший шаг на результатах предшествующей работы, по мере того как собирается больше и больше сведений о природе месторождения. Чтобы поставить себе наиболее правильное суждение о месторождении, необходимо основывать его на опыте и знании природы рудных месторождений вообще, а также способов и стоимости разведочных работ.

Невозможно составить программу разведочных работ, пригодную для всех типов месторождений, чтобы она соответствовала всем условиям, какие можно встретить при разведке. Иногда разведки не дают результатов, но в большинстве случаев разведочные работы имели своим результатом получение таких данных, которые оправдывали ведение дальнейшей работы; часто они недостаточны для покрытия произведенных расходов, но этим смущаться не следует.

Топография местности имеет очень большое влияние на ход и стоимость дальнейших работ.

Наиболее желательным было бы ограничиваться первоначальными не глубокими вскрышными работами для выявления месторождения вдоль его простирания, если оно небольшой мощности, или канавами вкрест простирания при более значительной его мощности. Имея в виду, что жилы обычно выклиниваются и раздуваются, и что на некоторых промежутках они представляют собой пустую породу или могут быть нарушены сбросами и прочими тектоническими нарушениями, рекомендуется располагать первоначальные выработки на близких расстояниях одна от другой.

При разведке поверхности канавами нужно принимать во внимание рельеф местности и если жила не вертикальная, ее направление будет зависеть от угла падения и контура поверхности. На рис. 62 показан случай, когда две жилы имеют параллельное простирание, а выхода их расходятся, вследствие контура холма.

Чтобы получить представление о содержании, промывку измельченного материала делают в ковшах отдельно из каждого участка, выявленного при вскрышных работах. Результаты заносят в журнал с зарисовкой, указывающей места взятия проб. Кроме того, из каждой прослойки в жиле и

в обнаженных боковых породах путем проведения борозд одинаковой ширины и глубины под прямым углом к падению набирают пробы из расчета до 400 г материала на каждую четверть или треть борозды. Место взятия этих образцов также заносят в журнал вместе с соответствующими зарисовками и произведенными анализами проб.

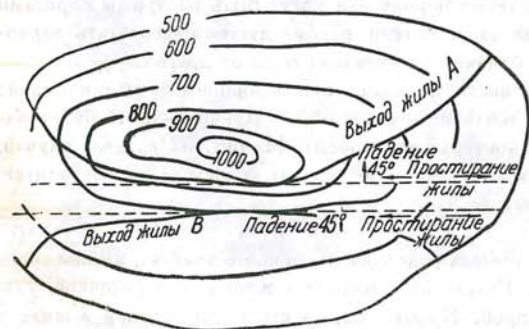
Если результаты поисковых работ на небольшой глубине указывают на наличие промышленного золота, то переходят к глубокой разведке. В Соединенных Штатах часто применяют метод, при котором разведка особенно в своей первоначальной стадии, ведется по самой жиле, если только какие-либо неблагоприятные условия не помешают этому.

Наиболее благоприятным случаем является залегание жилы поперек склона холма, и тогда по жиле можно пройти штольней из наиболее низкого места на склоне холма.

Так как для штольни не требуется ни рудоподъема, ни насосов, то проходить штольню дешевле, чем шахту; кроме того при проходке штольни по жиле получение данных обеспечивается по каждому шагу.

Если жила обнажается вдоль холма, то на глубине ее подсекают или при помощи шахты или штольни вкрест простирания. Проходка наклонной шахтой по жиле может быть наиболее выгодной, — это позволяет всю работу вести непосредственно по жиле и иметь информацию о ней по мере продвижения работ, за исключением случаев ее смещения. Однако стоимость углубки шахты, по крайней мере, в 2 или 3 раза превышает стоимость проходки штольни; если же встречается в значительном количестве вода или если падение жилы часто и в значительной степени меняется, то углубка может оказаться весьма дорогой и трудной. Все это надо принять во внимание для определения сравнительной выгодности работ, в том числе и стоимость рудоподъемного оборудования, которое, как и водоотлив, может дорого стоить.

Выбор между наклонной шахтой и поперечной штольней с точки зрения стоимости проходки зависит, главным образом, от относительной длины штольни и шахты, необходимой для достижения нужной глубины, а также от разницы в стоимости выдачи руды на поверхность.



Фиг. 62.

Выход двух жил на склонах холма. Жилы падают в противоположных направлениях.

Обычно принимают в соображение, что при пологом падении жилы длина штольни может быть весьма значительной, а в случае изменения падения жилы штольня в намеченном пункте может ее не встретить. Смещение жилы или изменение ее простирания может опрокинуть все расчеты, так как не будет данных, по которым можно бы установить, в каком направлении лежит жила. В этом отношении преимущество остается за наклонной шахтой, идущей на всем протяжении по жиле, если только жила не отрезана сбросом.

Если жила имеет крутое падение, близкое к вертикальному, то наилучшей формой ее разведки в США считают вертикальную шахту с квершлагами. В этом случае, если только не меняется падение жилы или она не смещена сбросом, потребуется очень небольшое количество непродуктивной работы в виде квершлагов от шахты.

Если намечается вертикальная шахта, то надо заблаговременно решить вопрос, производить ли углубку ее висячем или в лежачем боку жилы. При углубке в лежачем боку квершлага будет увеличиваться по мере углубления шахты. Если шахта закладывается в висячем боку, то ясно, что квершлага будут становиться короче по мере приближения шахты к жиле, после же ее пересечения будут постепенно удлиняться. Шахта по жиле или в ее висячем боку может связать (в предохранительных целях) некоторое количество руды, которое нельзя будет извлечь, не подвергая шахту опасности разрушения; однако в США считают, что для разведочных работ это не имеет серьезного значения.

Прежде чем решить вопрос о способе разведочных работ на большую глубину, необходимо учесть и взвесить все эти факторы. Кроме того, прежде чем приступить к работам, весьма полезно произвести предварительное алмазное бурение.

Разведка бурением не дает вполне определенных данных в отношении содержания металла в руде, но она все же дает указания на содержание металла, иногда с очень большим приближением, а главное она определяет положение рудного тела, его падение и мощность. Как и в случаях со штольнями, скважины могут и не встретить жилы вследствие изменения падения или смещения или выклинивания ее; но если это и случится, все же расходы будут гораздо меньше чем стоимость горных проходок.

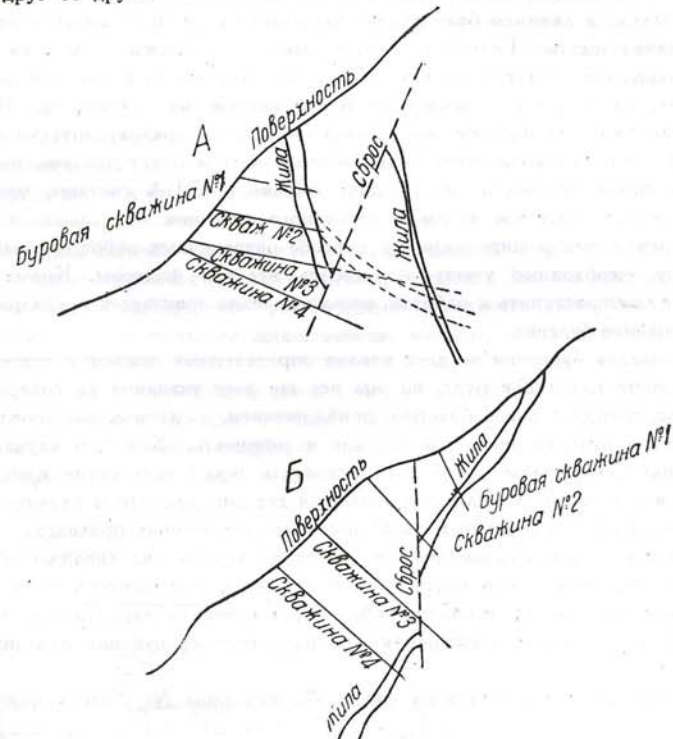
При бурении, обычно, рекомендуется проходить ряд скважин, следуя по падению жилы вдоль линии ее простирания, чтобы пересечь ее на более глубоких горизонтах и, таким образом, уменьшить вероятность потери вследствие возможного смещения или изменения ее падения или простирания.

Если бы, как показано на фиг. 63А, скважина № 4 была пробурена первая и была бы пройдена с целью пересечь жилу на значительной глубине, то ей не удалось бы пересечь жилу на желаемой глубине, и на дальнейший успех разведки было бы мало надежды. Разведка была бы неудачна, если бы жила была смещена, как это показано непрерывными линиями.

или если бы изменилось ее падение, как это показано пунктиром. Если бы, однако, скважина 1-я, 2-я и 3-я были пройдены в указанном порядке, пересекая жилы на промежутках примерно в 30 м, то они показали бы непрерывность жилы на значительное расстояние. Это побудило бы пройти скважину № 4 глубже, или, пожалуй, углубить скважину № 3, что, как показано пунктиром, снова повело бы к пересечению жилы, будь там смещение или изменение падения, и, таким образом, вновь было бы выявлено залегание жилы.

На фиг. 63Б показано такое же положение. В случае смещения пологопадающей жилы, если бы скважина № 3 была пройдена первой, то она потеряла бы жилу совершенно, если бы она даже была продолжена, то все равно не пересекла бы ее. Колонки буров могли бы указать или не указать на наличие сброса, в зависимости от природы сброса.

Как уже было указано, скважины в США бурят на расстоянии около 30 м друг от друга.



Фиг. 63.

Разведка буровыми скважинами через короткие промежутки: А — жила смещенная, крутопадающая; Б — жила смещенная, пологопадающая.

Близкое размещение скважин связано с большими затратами на бурение для охвата данного участка, но зато разведка является более тщательной. В любом случае местные условия определяют размещение скважин.

Крупные, равно минерализованные металлические месторождения могут иногда достаточно точно разведываться при помощи бурения, и база для проектирования стандартных подготовительных работ на руднике может быть определена, не прибегая к какой-либо другой разведочной работе.

Однако, золото распределяется в жилах неправильно, и в США считают данные о его содержании в руде, получаемые только при помощи бурения, недостаточно точными, чтобы обосновать крупные капитальные затраты на подготовительные работы. Поэтому при разведке золотоносных жил бурение служит, главным образом, как руководство для дальнейшей разведки при помощи штолен и шахт, а также для проходки штреков и квершлаггов, а не для определения запасов золота, на которых можно создавать оперативные планы. Только в крупных, хорошо подготовленных рудниках США, где природа и характер рудных тел хорошо известны, результаты разведки бурением служат достаточным основанием для проектирования подготовительных работ на руднике.

Когда жила вскрыта на глубине одного или нескольких горизонтов, безразлично штольной или шахтой, то дальше разведочные работы можно вести путем проходки штреков на этих горизонтах. При проходке штреками можно выбирать всю жилу, если она небольшой мощности; если же жила мощная, то штреки могут идти по бокам жилы или же по середине. Обычно стараются вести штреки по более богатой части жилы.

Выше и ниже горизонта штреков ведутся вспомогательные разведочные работы путем устройства гезенков или восстающих.

В США считают необходимым соблюдать правило, чтобы по мере хода работ жила тщательно была опробована.

Задачей опробования является определение среднего содержания золота по пробам, состоящим из небольшого количества руды, взятых из различных частей жилы и ее зальбандов. Содержание определяется путем анализов взятых проб, причем строго следят, чтобы пробы были взяты правильно.

В большинстве же случаев надежность опробования обуславливается не столько точностью отобранных образцов, сколько тем, что отбирается очень большое количество проб, в которых индивидуальные ошибки компенсируются при выведении среднего содержания.

Метод и деталь опробования зависят от характера жилы, распределения частиц золота в жильной породе и наличия обогащенных участков.

Обычными способами опробования, как и у нас, являются: опробование бороздами, кайловая проба, опробование бурением, опробование отдельными кусками и валовое опробование.

Опробование бороздами и кайловые пробы являются наиболее обычными методами, применяемыми в золотых месторождениях. Пробы бороз-

дами могут быть отбиты молотком или кайлом и состоят из материала, взятого из борозд одинаковой глубины, и мощности поперек жилы.

Задачей отбойки борозды является получение равного количества руды на единицу длины.

В США обычно берут 0,45 кг на 0,3 м. Во многих случаях руда имеет полосчатую или ленточную структуру, меняясь часто по своей твердости. Так как очень трудно получить из полосок различной твердости пробы одинакового веса на единицу длины, то лучше всего опробовать и анализировать каждую полоску отдельно и измерить длину при каждой работе и затем уже определять среднее содержание опробованной поверхности. Пробы в полосчатом материале предпочтительнее отбираются под прямым углом к направлению полосчатости. Для опробования забоя, штрека пробы отбираются после отпалки у кровли или почвы забоя или же и тут и там на расстоянии около 1,5 м друг от друга.

Кайловые работы (этот термин применяется в США) состоят из кусков руды, отбитых от рудной поверхности с целью отобрать известное количество каждого сорта руды из разных мест по всей поверхности забоя. Этот способ не уступает способу опробования бороздами. Однако, в большинстве случаев, опробование бороздами дает лучшие результаты. Если руда полосчатая, то лучше опробовать каждую прослойку отдельно.

При опробовании бурением пробы отбираются в глубоких скважинах при помощи колонок, а в мелких скважинах просто отбирают частички руды, полученные путем обычного бурения скважин перфоратором.

Колонковое бурение обычно производится опытными бурильщиками, знакомыми с соответствующими способами собирания и записи проб, под руководством инженера или геолога.

Пробы, взятые из скважин, пробуренные обыкновенным перфоратором, в некоторых случаях дают вполне надежные результаты, хотя для золотых руд обычно этот способ опробования не считается надежным.

В США пробы из скважин редко используются для составления точных подсчетов содержания металла и служат для определения, главным образом, мощности промышленного материала, а также для определения местонахождения параллельных рудных тел в боках штреков и забоев.

Для собирания проб из буровой мелочи при перфораторном бурении применяют несколько различных способов. Иногда на почву под скважиной ставят ведро, бидон или ящик, куда измельченная руда стекает из скважины при мокром бурении вместе с водой, причем рудная мелочь садится на дно, а вода вытекает. Обычно пробу собирают с каждой четверти или трети пробуренной скважины. При этом способе значительное количество материала теряется, так как буровая мелочь может не попасть в приемник.

При бурении скважины более крупного диаметра устанавливается короткий кусок трубы, часть которой срезана в виде желоба. Этот кусок трубы и направляет буровую мелочь в соответствующие приемники. При сухом бурении буровую муку можно собирать в ящик, установленный под

скважиной, или в подвешенный под ней мешок для проб. Если скважины бурятся под острым углом вверх, то в мешке можно проделывать дыру с прокладкой вокруг нее и через нее вставлять бур.

Случайные пробы можно набирать из кусков добытой руды в забое, или из нагруженных вагонеток, но такие пробы, взятые без всякой системы, часто вводят в заблуждение. Иногда такие же пробы, но отобранные систематически и в большом количестве, в среднем дают поразительно точные результаты и могут быть вполне достоверными.

При отборе случайных проб обычно выбирают лучший материал, или выбирают непропорционально большое количество мелочи, в которой часто содержится более золота, чем в крупных кусках. При отборе случайных проб из отбитой породы эти ошибки можно иногда значительно уменьшить, если отбирать ящик для проб по одной полной лопате от каждых 10 лопат (или в другой пропорции) при нагрузке руды в вагонетки.

Валовое опробование является единственным способом, которым надлежащим образом можно определить содержание металла в руде. Проба берется из отпаленной в забое руды в количестве нескольких тонн, которая целиком пропускается через фабрику. Извлеченное золото плюс потеря в хвостах, которая может быть точно установлена, дают общее количество золота в пробе. Содержание определяется путем деления количества полученного золота на тоннаж пробы. Если взять пробу бороздами, кайлом или буром из одной и той же скважины до того, как будет отпалена крупная валовая проба, то на основании результатов валовой пробы возможно довольно прочно определить величину расхождений и использовать эту разницу для того, чтобы выправлять в дальнейшем соответствующие малые пробы, полученные из того же рудного тела.

Каким бы путем пробы ни были получены, их очень тщательно обрабатывают. Их раздробляют, проквартовывают, одну часть откладывают на случай проверки (контрольная работа), а другую часть пускают в обработку.

В связи с этим может оказаться целесообразным соорудить небольшую опытную фабрику на крупном месторождении, чтобы определить лучший способ переработки руды и извлечения из нее золота, а также чтобы окупить оперативные расходы по мере продвижения разведочных и подготовительных работ.

Обычно разведочные выработки ведутся с расчетом использования их при эксплуатации, но иногда они проходятся вне всякой зависимости от этого. В США считают, что нужно при разведках всегда предусматривать возможность эксплуатации, иначе может оказаться, что разведочная шахта слишком мала для подъема руды, доставки крепящего леса, людей и материала, а также для проведения трубопроводов, кабеля; штреки, квершлагги и штольни могут оказаться слишком малых размеров или извилистыми для применения механической откатки; выработки могут оказаться несоответственно расположенными как в смысле их положения в отношении к жиле,

так и в отношении наружной связи с поверхностным транспортом и с обогащательной фабрикой.

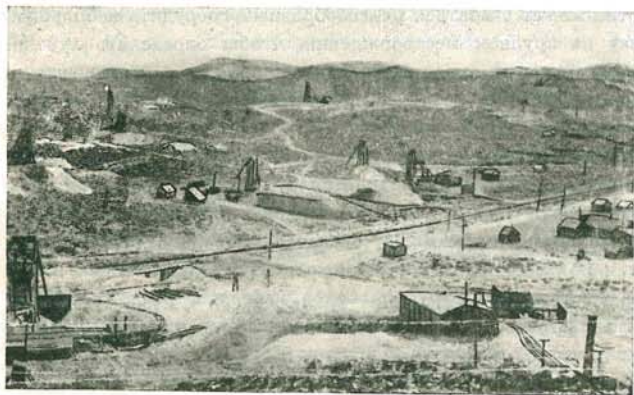
Поэтому при наших разведочных работах на Урале и в Сибири надо иметь в виду возможность использования в будущем разведочных выработок для выдачи руды, но главной целью надо ставить себе отыскание рудных запасов, что для нас в СССР является наиболее существенным.

У нас разведочные шахты часто проходятся слишком малого сечения. Пройти обычную шахту с 3 отделениями может стоить немного дороже, чем шахту с двумя отделениями, зато ее можно использовать для подъема руды и породы в двух отделениях, а третье отделение отвести для труб и лестниц.

Разведочная шахта может быть наклонной и извилистой. Для эксплуатационных целей рекомендуется проходить вертикальную шахту. Разведочная шахта может пройти в жиле или в ее висчем боку, связывая значительное количество руды в предохранительных целиках, или же она может быть пройдена в таком месте, где возможное оседание почвы сделает ее положение опасным при очистных работах. Поэтому для каждого отдельного случая нельзя дать точных указаний, какую шахту вести — только ли для целей разведки или заранее предусматривая эксплуатацию. Точно также нельзя для каждого отдельного случая указать, где удобнее и выгоднее вести шахту для разведки и где необходимо заменить шахту штольней.

На фиг. 64 показан общий вид поверхности в Голдфильдс, Невада, где подготовительные работы на многих небольших рудниках ведутся при помощи отдельных вертикальных шахт.

Здесь необходимо сказать несколько слов о стоимости углубки шахты, которая меняется в зависимости от ее размера, глубины, характера породы,



Фиг.
Общий вид
поверхности
в Голдфильдс,
Невада.

притока воды, ставок заработной платы, стоимости энергии, материалов и быстроты углубки.

Таблица 15. Стоимость углубки вертикальной шахты (1,8 × 4,9 м) в долларах

	Проходка	Подъем	Крепле- ние	Прочие расходы	Итого	Стои- мость на 1 м
Горизонты от 304 до 380 м						
Материал	1 522,46	145,79	1 368,58	548,19	3 651,02	57,58
Работа	3 724,65	1 776,90	1 476,76	443,51	7 421,82	117,06
Накладные расходы	1 621,60	1 275,28	—	701,07	3 597,95	56,76
Итого	6 898,71	3 197,97	2 845,34	1 728,77	14 670,79	—
Расходы на 1 м	108,83	50,43	44,88	27,26	—	—
Горизонты от 381 до 460 м						
Материал	1 822,80	57,83	2 626,69	321,93	4 829,25	62,14
Работа	3 824,45	1 862,42	1 270,63	205,15	7 162,65	92,16
Накладные расходы	1 115,41	2 344,71	—	664,18	4 124,30	53,05
Итого	6 762,66	4 264,96	3 897,32	1 191,26	16 116,20	—
Расходы на 1 м	87,01	54,89	50,13	15,32	—	207,35
Горизонты от 461 до 607 м						
Материал	4 219,33	268,62	5 216,35	1 206,12	10 910,42	71,59
Работа	9 461,10	4 551,65	3 459,49	810,88	18 283,12	119,98
Накладные расходы	3 449,01	3 249,93	—	1 755,25	8 474,19	55,61
Итого	17 129,44	8 070,20	8 675,84	3 792,25	37 667,73	—
Расходы на 1 м	112,40	55,99	56,92	24,87	—	247,18

В таблице 15 приводится подробный перечень элементов стоимости углубки вертикальной шахты размером 1,8 на 4,9 м, в порфире, на руднике Сильванит, озеро Кирклэнд, Онтарио, в 1931 г.

Нижеследующие цифры дают подробную стоимость углубки вертикальной шахты от горизонта 365 до 442 м на руднике Випонд, Тиминс, Онтарио с декабря 1930 г. до марта 1931 г. включительно. Шахта имеет размер 4,62 м на 1,83 м. Венцы установлены на расстоянии 1,76 м. Работы велись целиком крутые сутки, и для углубки шахты на 76,8 м потребовалось 51 углубочных цикла.

Стоимость высечки рудных дворов на горизонтах 404 и 442 м, требовавшая выемки 232 м³ породы, составила 2 885,49 долл., или 12,36 долл. за 1 м³.

Таблица 16. Стоимость проходки рудничных дворов на шахте в долларах

	Проходка	Подъем	Крепле- ние	Прочие расходы	Итого
Рудничный двор на горизонте 330 м — 94,87 м ³					
Материал	125	65	40	—	230
Рабсила	341	138	7	139	626
Накладные расходы	133	87	—	59	279
Итого	599	290	47	198	1136
На 1 м ³	6,36	3,18	0,35	2,12	—
Рудничный двор на горизонте 375 м — 235 м ³					
Материал	234	55	192	36	517
Рабсила	813	348	109	145	1414
Накладные расходы	270	622	—	164	1056
Итого	1317	1025	301	346	2988
На 1 м ³	5,65	4,24	1,41	1,41	—
Рудничный двор квершлага на горизонте 412 м — 48,23 м ³					
Материал	273	3	—	31	316
Рабсила	351	130	—	—	481
Накладные расходы	119	138	—	45	302
Итого	743	271	—	76	1099
На 1 м ³	15,54	5,65	—	1,77	—
Рудничный двор на горизонте 450 м — 255 м ³					
Материал	293	140	40	47	515
Рабсила	1086	414	108	8	1617
Накладные расходы	419	515	—	242	1176
Итого	1793	1069	148	297	3312
На 1 м ³	7,06	4,24	0,70	1,06	—

В этой главе не рассматривается вопрос о копрах, лебедках, клетях и скипах и о прочем подъемном и вспомогательном оборудовании, необходимом для работы шахты. Это оборудование описано в следующей главе. Здесь нас интересует вопрос оборудования исключительно с точки зрения проектирования каждой отдельной установки, выгоды ее и соответствия с объемом намеченной работы.

Наибольший интерес в работе шахты с точки зрения выгоды представляют устройства, применяемые для нагрузки скипов. На рудниках, где работа ведется с большим тоннажем, и, особенно, когда подъем руды ведется с больших глубин, быстрая нагрузка скипов должна быть обеспе-

чена особыми устройствами для нагрузки, не допускающими обратного падения руды в шахту. Медленная погрузка удлиняет время подъема и уменьшает тоннаж выдаваемой руды через данную шахту.

Для ускорения скиповой погрузки при минимальном количестве рабочей силы устраиваются бункера разных типов и конструкций (см. следующую главу с описанием этих установок). Обычно бункер большой емкости ставится для приема руды из рудничных вагонеток или из подземной дробилки. Из этого бункера руда выдается через затворы и погрузочные бункера (дозаторы), имеющие емкость одинаковую со скипом. Пока скип находится в движении, погрузчик наполняет один из этих бункеров и, когда пустой скип достигает точки опоры под бункером, он загружает руду в скип

Таблица 17. Стоимость проходки шахты Випонд (Онтарио) в долларах

1. Подготовка, установка лебедки на горизонте 366 м			
	Всего	На 1 м	
Рабсила, жалование и др.	1 160,66	15,20	
Взрывчатые вещества	204,33	2,66	
Главные материалы	205,92	2,69	
Крепёжный лес	95,86	1,25	
Ремонт перфораторов	130,78	1,71	
Буравка	135,77	1,77	
Откатка	18,38	0,23	
Подъем	73,49	0,95	
Водоотлив	105,37	1,38	
Ремонты мастерских	591,43	7,68	
Разное	155,85	2,03	
Итого подготовка	3 270,27	41,27	
Сжатый воздух	258,65	3,38	
Строительные работы	133,78	1,74	
2. Углубка и крепление на 76,8 м			
	Стоимость на 1 м		
	Углубка	Крепле- ние	Итого
Рабсила, жалование и премия	91,14	22,54	113,68
Взрывчатые вещества	22,93	—	22,93
Главные материалы	8,33	3,05	11,38
Крепёжный лес	—	28,82	28,82
Ремонт перфоратора	7,91	—	7,91
Буравка	6,72	—	6,72
Сжатый воздух	8,30	—	8,30
Инженерные работы и опробование	3,94	—	3,94
Откатка	6,50	—	6,50
Подъем	38,35	—	38,35
Водоотлив	4,95	—	4,95
Ремонт мастерской	2,85	5,77	8,62
Разное	2,76	—	2,76
Итого на углубку и крепление	204,68	60,18	264,86
Дополнительная подготовка	—	—	42,50
Общая стоимость	—	—	307,45

простым дерганием рычага или веревки, или же поворотом колеса, и немедленно сигнализирует машинисту о подъеме.

На фиг. 67 (см. ниже) показан погрузочно-скиповой двор большой производительности. Руда выдается из главного бункера через цепные затворы. Цепи поднимаются путем поворота ручного колеса, и руда движется силой собственной тяжести в дозатор, помещенный под платформой. Дозатор быстро наполняется и при освобождении ручного колеса цепи падают, и, таким образом, закрывается дальнейший приток руды.

Однако, вернемся к вопросу проектирования.

При проектировании рудников в Америке прежде всего учитывают форму, размер, постоянство падения жилы, характер руды и боковых пород, предполагаемый способ очистных работ, а также размер выдачи руды.

Расстояние между горизонтами определяют в первую очередь. Здесь приходится решать и выбирать между более близким расстоянием между горизонтами, что увеличивает стоимость подготовительных работ, и большим расстоянием, которое уменьшает эту стоимость, но может создать затруднения эксплуатационного характера позднее. Обычный промежуток между горизонтами в золотых месторождениях крутопадающего типа практикой установлен до 38 или 45 м.

В пользу короткого промежутка между горизонтами можно указать:

- 1) более тщательную разведку месторождения до начала выемки руды;
- 2) более короткие восстающие между горизонтами, стоимость проходки которых быстро возрастает при длине их свыше 30,5 м;
- 3) более легкая доставка материала, оборуования, буров и инструмента в забой и из забоев.

Главная невыгодность небольшого промежутка между горизонтами — это большая стоимость проходки и содержания квершлагав и штреков, а также добавочная длина трубопроводов, путей и большее количество рудных скатов. Кроме того, временно или постоянно связывается гораздо больше руды в предохранительных целиках. Чтобы сохранить преимущество короткого промежутка между горизонтами и в то же время устранить излишние затраты на рудные дворы бункера и квершлага, иногда бывает возможно применить промежуточ-



Фиг. 65.

Копер вертикальной шахты в районе Отман, Аризона.

ный подэтаж между главными откаточными горизонтами. Последние связаны с шахтой в то время как подэтаж может подготавливаться из восстающих, связывающих главные горизонты. Эти восстающие впоследствии используются для движения рабочих, доставки материалов и для передачи руды из подэтажей на откаточные горизонты.

В таблице 18 показаны промежутки между горизонтами, принятые на целом ряде золотых рудников в Соединенных Штатах.

Если способ разработки рудного месторождения требует горизонтов грохочения над откаточными горизонтами, или если необходимо под каждым горизонтом оставлять у шахты целики значительной мощности, то этим уменьшается эффективная высота очистных работ. Поэтому для обеспечения удовлетворительной высоты забоев при этих условиях необходимо увеличить промежутки между горизонтами.

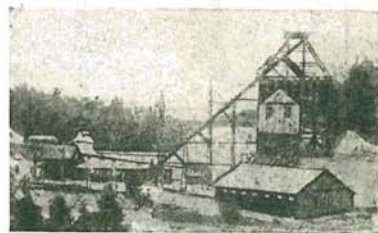
Если жила падает в сторону от шахты, то квершлагаи на последующих высших горизонтах будут длиннее, и чем более пологое падение имеет жила, тем больше будет длина квершлагав. При этих условиях также выгоднее большие промежутки между горизонтами.

Если рудные тела имеют неправильные формы и залегание, то рекомендуются короткие промежутки между горизонтами для большей правильности разведочных и подготовительных работ.

Доводом в пользу большего промежутка между горизонтами может служить неустойчивость породы и дорогостоящее содержание горизонта. С другой стороны, порода может быть настолько плоха, что нельзя будет успешно выработать высокий забой, и может оказаться необходимым иметь короткий промежуток между горизонтами со штреками в лежачем боку.

Все эти факторы и их возможные комбинации должны быть учтены при проектировании для каждого индивидуального случая. В США средним промежутком между горизонтами обычно считают расстояние от 38 до 45 м, и только для первых горизонтов практикой установлен промежуток в 30 м. Только ознакомившись со свойствами руды, характером пород и т. д. первых горизонтов, считают возможным вводить большие промежутки.

Размер штреков и квершлагав определяется в США такими соображениями, как крепость породы, потребность в креплении, мощность жилы, тип намечаемой откатки — ручной, лошадиный, автоматический, локомотивный, а также размерами вагонеток, сечением штреков, типом погрузочных люков, системой очистных работ и количеством воды на горизонтах, определяющих размер канав для дренажа.



Фиг. 66.

Копер для наклонной шахты в районе Грессе-Валлей, Калифорния.

Таблица 18. Расстояние между горизонтами на некоторых золотых рудниках США

Р у д н и к	Угол падения	Тип шахты	Система разработок	Расстояние между горизонтами
Хомстэк, Южная Дакота	70° склоения жилы о 40° до 50° падения	Вертикальная	Магазинирование и разработки с креплением квадратными окладами	30 м до горизонта 331 м 45,7 м ниже горизонта 381 м
Жюно, Аляска	—	Штольня	Слоевое обрушение с магазинированием руды	76,2 м
Аргонавт, Калифорния	В среднем 63°	70°	Разработка с креплением квадратными окладами	30 м до горизонта 900 м 45,7 м ниже горизонта 900 м
Кэйнэди, Калифорния	58°	Вертикальная до горизонта 4600	То же	45,7 м (вертикально)
"	58°	Слепая шахта от горизонта 4600 до горизонта 5900	"	—
Центр. Эврика, Калифорния	От 50° до 80°	70°	"	30 м
Эмпаир, Калифорния	От 11° до 35° в среднем 30°	От 11° до 35° в среднем 30°	Открытый забой с распорной крепью	Приблизительно 122 м (по падению)
Айдаго Мэриленд, Калифорн.	От 70° до 54°	От 70° до 54°	То же	30 м до горизонта 510 м (вертикально)
Систин-Туан, Калифорния	От 35° до 40°	35°	Открытые забой	60 м (по падению)
" "	От 35° до 40°	(Гезенк) 60°	"	60 м (по падению)
Виндикгор, Колорадо	От 70° до 80°	Вертикальная	Магазинирование	60 м
Портланд, Колорадо	От 70° до 80°	"	"	30 м
Крессон, Колорадо	От 70° до 80°	"	"	30 м
Юнайтед-Истерн, Аризона	От 70° до 75°	"	Кат-энд-филл	30, 45 и 60 м

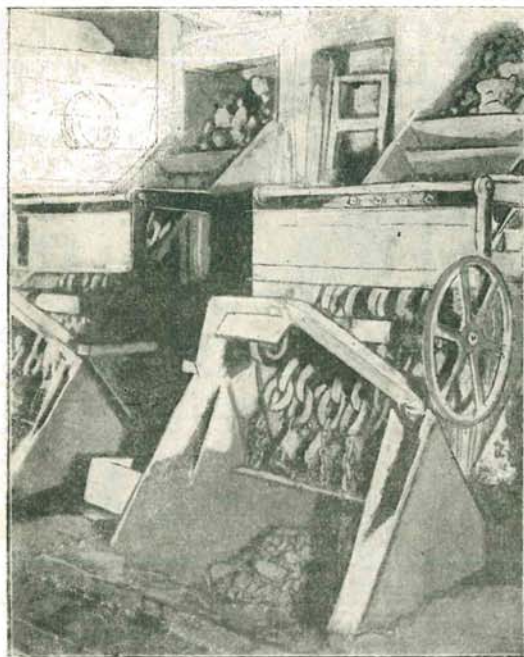
Эльборо, Невада	От 60° до 80°	Штольня	Магазинирование	30 до 45 м
Моголон, Новая Мексика	От 65° до 70°	Вертикальная и наклонная	"	60 м (некот. 30 м)
Спринг Хилл, Монтана	От 60° до 90°	Штольня	Магазинирование и разработка подэтажными штреками	30 м
Хамлинджер, Онтарио	Большой частью крутое падение	Вертикальная	Магазинирование и кат-энд-филл	30 м до горизонта 900 м 30, 90 м 30 м ниже 240 м
Мак-Интайр, Онтарио	Крутое падение	"	Магазинирование и кат-энд-филл	30 м до горизонта 300 м 27,5 м ниже 300 м
Випонд, Онтарио	Больше 60°	"	Магазинирование	30 м до горизонта 180 м 30 м от 180 до 300 60 м ниже 300 м
Кониарум, Онтарио	Крутой	"	"	90 м
Дом, Онтарио	Почти вертикальная	"	"	45 м
Лейк-Шор, Онтарио	От 75° до 80°	"	Магазинирование и кат-энд-филл	60 м до горизонта 660 м 38 м ниже 660 м
Тек-Юэ, Онтарио	75°	"	Магазинирование	38 м
" "	75°	"	"	38 м промжуэт. 180 м главный откаточный горизонт
Райт-Харгресс, Онтарио	Крутой	"	Магазинирование и открытые забой с распорной крепью	38 м
Сильванит, Онтарио	30° до вертикали	"	Магазинирование и открытые забой с распорной крепью	38 м
Кирланд Лейк Гольд, Онтарио	Крутой	"	Магазинирование	30 до горизонта 480 м 38 ниже 480 м

Если порода устойчива и не требует крепления, то размеры штрека могут быть запроектированы меньше, так как свободные пространства, оставляемые по бокам для канав, трубопровода и т. д., не будут уменьшены креплением. Некоторые породы могут стоять очень хорошо без крепления в узких штреках, но становятся неустойчивыми и требуют поддержки, если штреки пройдены широкие. В этом случае можно рекомендовать сводчатый штрек.

Если мощность жилы немного больше, чем потребная ширина штрека, то может оказаться полезным пройти штрек на полную мощность жилы.

Стоимость проходки штреков и квершлагов меняется в зависимости от крепости породы и от размеров выработки, способов бурения и отбойки и зависит от направления напластования, слоистости, способности руды расслаиваться в определенном направлении.

До известного предела стоимость проходки часто уменьшается по мере удлинения шпуров. За этим пределом стоимость на 1 м будет увеличиваться, потому что потребуются большое количество шпуров и взрывчатых веществ, а также потому, что увеличится стоимость уборки. С другой стороны, стоимость на 1 т отбитой руды будет обычно меньше в более крупных передовых забоях.



Фиг. 67.

Погрузочно-скиповая станция рудника Лейк-Шор, Онтарио. Цепной затвор погрузочного бункера.

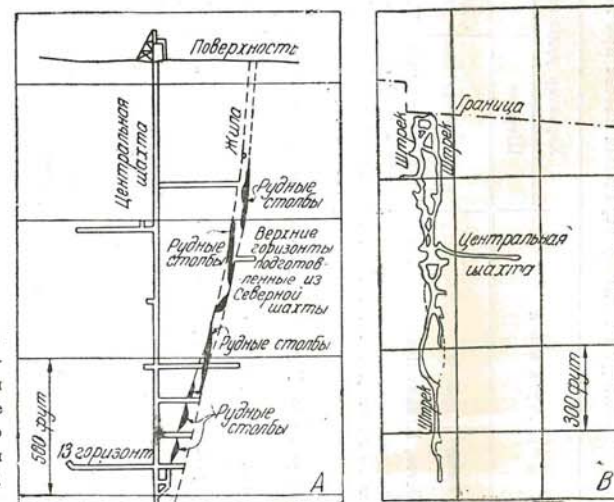
Так как руда, оставленная по бокам узких штреков, должна будет впоследствии быть удалена при подработке, а это удаление может оказаться дорогим стоящим, если горизонты к тому времени станут неустойчивыми, то часто оказывается выгодным пройти широкий штрек при прочих равных факторах. С другой стороны, если жила узка, то может оказаться полезным уменьшить сечение штреков, чтобы избежать пустой породы при проходке.

Когда применяется ручная откатка, то штреки могут быть узкими, так как вагонетки будут небольшими. Если применяется лошадиная откатка, то потребуются несколько большая высота, чем при ручной откатке. Если применяются контактные локомотивы, то потребуются более высокие штреки, чем для аккумуляторных локомотивов, так как они должны быть достаточно высокими, чтобы пропустить контактные провода значительно выше человеческого роста в целях безопасности.

Способ очистных работ влияет на общий план горизонтов больше, чем на размер штреков, но может повлиять и на него.

Так, если над штреком необходимо вести непосредственно очистные работы с магазинированием или кат-энд-филл, то может оказаться полезным пройти первоначальные штреки достаточно высокими вместо того, чтобы потом возвращаться и выбирать кровли как раз перед началом очистных работ.

Штреки, проходимые в породе и также в непромышленных частях жилы, рекомендуется проходить небольшим сечением, соответствующим по своим размерам требованиям откатки, водоотлива и вентиляции.



Фиг. 68.

Подготовительные работы в жиле, расщепленной в одном конце. А — сечение через центральную шахту, В — план 13-го горизонта рудника Тек-Юв.

Таблица 19. Размер передовых забоев при подготовительных работах на золотых рудниках в США и Канаде

Рудник	Характер руды или породы		Размеры в проходке в м		Тип откатки	Примечания
	Штреки	Квершлагги	Штреки	Квершлагги		
Хомстак, Южная Дакота	Роговообманковый сланец и кварц	Твердый сланец и порфир	от 2,0 на 2,1 до 2,1 на 2,4	от 2,1 на 2,1 до 2,4 на 2,4	Воздуховозы и 1-т вагоетки	Обычно без крепления
Жюно, Аляска	Сланец и метагаббро	Сланец и метагаббро	2,7 на 2,7	2,7 на 2,7	Троллейный локомотив и 10-т вагоетки	Без крепления
Аргонавт, Калифорния	Кварцевые жилы	Сланец, зелено-каменные породы	от 2,7 на 2,7 до 3,4 на 3,0	2,7 на 2,7	Ручная откатка	Штреки со сплошным креплением
Кэянди, Калифорния	"	Сланец, зелено-каменные породы	2,7 на 2,7	2,4 на 3,3	"	Штреки со сплошным креплением
Центр. Эврика, Калифорния	"	Сланец, зелено-каменные породы	2,4 на 2,7	—	"	Штреки со сплошным креплением
Эмпайр, Калифорния	Кварцевые жилы в гранодиорите	Гранодиорит	1,5 на 2,1	1,5 на 2,1	Ручная и конная откатка. Аккумуляторный локомотив на горизонте	Без крепления
Сикстин-Уан, Калифорния	Кварцевые жилы в амфиболитовом сланце	Амфиболитовый сланец	1,8 на 2,1	1,8 на 2,1	Ручная откатка	"
Крессон, Колорадо	Жилы в андезитовой брекчии, довольно твердые	Андезитовая брекчия и базальтовая дайка средней крепости	от 1,8 на 2,1 до 2,1 на 2,4	1,8 на 2,1	Ручная откатка	Некоторые участки с креплением
Виндикатор, Колорадо	Жилы в андезитовой брекчии, довольно твердые	Андезитовая брекчия и базальтовая дайка средней крепости	от 1,2 до 1,5 на 2,0	—	"	"
Портланд, Колорадо	Жилы в андезитовой брекчии, довольно твердые	Андезитовая брекчия и базальтовая дайка средней крепости	1,5 на 2,1	1,5 на 2,1	"	"

Юнайтед-Истери, Аризона	Кварцево-кальциевые жилы в андезите	Андезит	1,5 на 2,25	1,5 на 2,1	Ручная откатка	
Том Рид, Аризона	Кварцево-кальциевые жилы в андезите	"	1,5 на 2,4	1,5 на 2,4	"	
Элькоро, Невада	Кварцевые жилы в риолите	Риолит	1,5 на 2,1	1,35 на 1,8	Ручная, конная и локомотивная откатка	Обычно без крепления
Корнукопия, Орегона	Кварцевые жилы в гранодиорите	Твердый гранодиорит	—	1,5 на 2,1	Аккумуляторные локомотивы	Обычно без крепления
Холлинджер, Онтарио	Кварц и минерализованные базальтовые сланцы	Базальтовый сланец и порфир	2,55 на 2,1	от 2,55 на 2,1 до 2,7	Троллейные локомотивы	
Мак-Интайр, Онтарио	Кварц и минерализованные базальтовые сланцы	Базальтовый сланец и порфир	2,4 на 2,4	2,4 на 2,4	Троллейные локомотивы	
Випонд, Онтарио	Кварц и минерализованные базальтовые сланцы	Базальтовый сланец и порфир	1,8 на 2,1	1,8 на 2,1	Ручная откатка	
Лейк-Шор, Онтарио	Очень твердый кремнистый порфир и лампорфир	Твердый порфир и лампорфир	2,4 на 2,4	2,4 на 3	Аккумуляторные локомотивы и 2-т вагоетки	
Тек-Юэ, Онтарио	Очень твердый кремнистый порфир и лампорфир	Твердый порфир и лампорфир	1,65 на 2,25	—	Ручная откатка	
Киркленд Лейк Голд, Онтарио	Очень твердый кремнистый порфир и лампорфир	Твердый порфир и лампорфир	2,1 на 1,8	2,1 на 1,8	"	
Анкерит, Онтарио	Кварц и анкерит	Крепкие базальтовые сланцы и зеленокаменные породы	2,1 на 1,8	1,95 на 1,5	"	
Спринг Хилл, Монтана	Крепкое	Диорит и твердый известняк	2,1 на 2,1	2,1 на 2,1	Большая часть локомотивами	

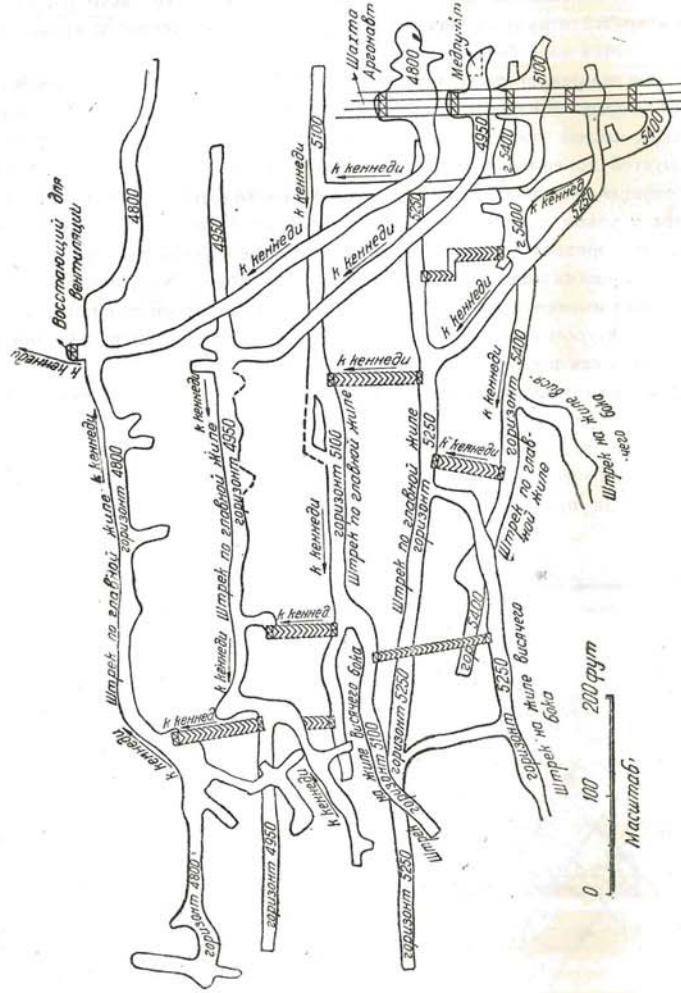
Таблица 20. Обычная стоимость проходки штреков и квершлагов в США

Рудник	Размер забоя в м	Стоимость 1 м проходки в долл.		Примечания
		Работа	Всего	
Хомстек, Южная Дакота	2,1 на 2,1	от 19,6 до 29,5 в среднем 27,9	—	Договорная цена, рабсила, взрывчатые вещества, без крепления.
Жюно, Аляска	2,1 на 1,5	от 22,9 до 26,25	—	Договорная цена, рабсила, взрывчатые вещества, без крепления.
"	2,7 на 2,7	от 41,01 до 45,93	—	Договорная цена, рабсила, взрывчатые вещества, без крепления.
Аргонавт, Калифорния	от 2,7 на 2,7 до 3,3 на 3	—	от 49,19 до 82,02	Включая стоимость крепления.
Кеннеди, Калифорния	2,7 на 2,7	45,93	—	Плюс 10 долларов за оклад для крепильщиков.
Эмпаир, Калифорния	1,5 на 2,1	от 16,94 до 19,68	—	Договорная цена, зарплата и взрывчатые вещества (включая откатку на 400 м) без крепления.
Сикстин-Уан, Калифорния	1,8 на 2,1	19,68	от 49,19 до 65,62	Без крепления.
Крессон, Колорадо	от 1,8 на 2,1 до 2,1 на 2,4	от 18,86 до 21,32	32,81	Работа плюс взрывчатые вещества, без крепления.
Портланд, Колорадо	1,5 на 2,1	13,75	21,13	(Цена 1927 г.; без крепления).
"	1,5 на 2,1	15,81	21,13	(Цена 1927 г.; без крепления).
Том Рид, Аризона	1,5 на 2,4	29,49 (по кон- тракту)	65,62	Без крепления.
Элькоро, Невада	от 1,5 на 2,1 до 1,8 на 2,4	20,60	87,17	В эту сумму входит на 1,03 долл. поверхностных и общих расходов; без крепления.
Випонд, Онтарио	1,8 на 2,1	—	35,99	Без крепления.

Если предполагается, что приток воды будет сильным, то штреки должны быть пройдены такой ширины, чтобы можно было оставить место для канавы необходимого размера.

Около рудных скатов штреки должны быть достаточной высоты и ширины, чтобы облегчить погрузку вагонеток и обеспечить необходимое пространство, требующееся для безопасности погрузочных работ.

В задачи этой главы не входит рассмотрение деталей всех способов проходки штреков и квершлагов. Здесь помещена только таблица 20 с ука-



Фиг. 69.

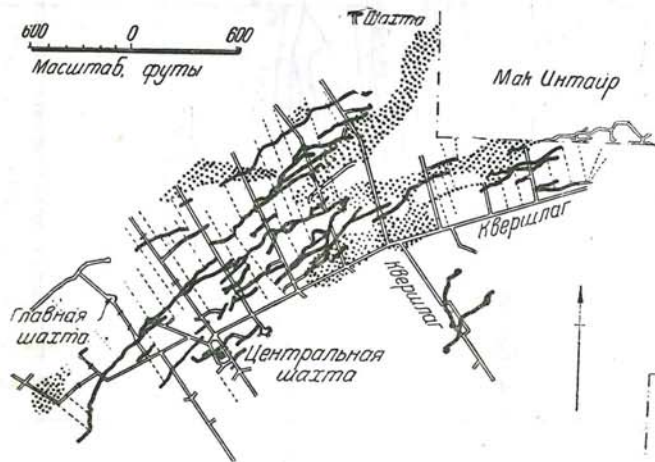
План нижних горизонтов рудника «Аргонавт» с указанием пересовых забоев.

анием принятых на практике размеров штреков при подготовительных работах на разных золотых рудниках США.

В таблице 20 приведены данные стоимости проходки штреков и квершлагов на золотых рудниках Северной Америки. Следует отметить, что стоимость будет выше на тех рудниках, где ведутся только подготовительные работы, так как стоимость подъема, водоотлива, управления и содержания аппарата, а также прочие накладные расходы отнесены целиком на счет подготовительных работ. На рудниках, где ведутся и очистные работы, на подготовительные работы будет ложиться только часть расходов. Различия в крепости руды, в размерах выработок, в потребности крепления и т. д. отражается на себестоимости.

Большинство разрабатываемых в США и Канаде золотых месторождений имеют форму линзообразных жил. Эти месторождения могут быть представлены одной жилой или же целой серией линз, отделенных друг от друга пустой коренной породой. Линзы могут залегать параллельно или в виде лестницы одна над другой; они могут расходиться лучами или быть приурочены к узкой зоне и просто идти по прямой линии. Другие формы месторождений представлены серией многочисленных небольших прожилков, отделенных тонкими прослойками коренной породы, как, например, в Аляска-Жуно имеются кроме того месторождения большой мощности с неправильным контуром рудного тела типа Хомстэк, или, наконец, неправильные месторождения контактного и метаморфического типа.

Каждая из этих форм месторождений требует отдельного проекта подготовительных работ, но это в отношении деталей, а в общем все сводится к необходимости пройти на каждом горизонте квершлаг от шахты до рудного тела, а затем пройти штреками по руде. Если проходка штреков по руде представляет трудности и обходится дорого, то можно



Фиг. 70.

План горизонта 165 м рудника Холлинджер. Схема подготовительных работ.

пройти штрек параллельно жиле в лежачем или в висячем боку, или в обоих боках. На фиг. 68, 69, 70 и 71 показаны типичные проекты подготовительных работ по горизонтам для различных видов рудных залежей.

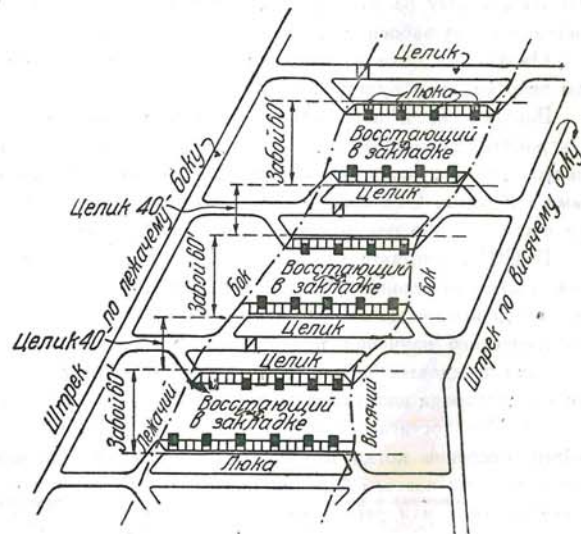
На фиг. 68В показаны подготовительные работы в виде штреков по жиле, расщепляющейся в одном конце; при этом штреки пройдены в каждой отрезке жилы, а между ними оставлены узкие целики пустой породы.

На фиг. 69 показана схема нижних горизонтов рудника Аргонавт, Калифорния, где пройдены квершлаг от наклонной шахты к главной жиле и где штреки пройдены по жиле.

Фиг. 70 представляет собой схему части горизонта 165 м на руднике Холлинджер, где ведутся подготовительные работы в целой серии жил из длинного штрека, соединяющегося с шахтами при помощи квершлагов и идущего параллельно общему простиранию жил. Из шахт пройден ряд квершлагов до пересечения нескольких жил. В каждой жиле ведутся подготовительные работы путем проходки по ним штреков.

Фиг. 71 представляет собою план части горизонта, на котором показан способ ведения подготовительных работ в мощном рудном теле на руднике Хомстэк, Ю. Дакота, при помощи штреков в висячем и лежачем боках, из которых пройдены на правильных расстояниях квершлаг вкост рудного тела. Штреки висячего и лежащего боков соединены с шахтой при помощи квершлага на каждом горизонте.

Этот способ подготовительных работ был вызван огромной мощностью рудного тела и системой его разработки помощью поперечных забоев, отделенных целиками, — каждый забой и целик требуют специального квершлага для своей подготовки.



Фиг. 71.

Часть горизонта на руднике Хомстэк и схема подготовительных работ.

Из приведенных примеров видно большое разнообразие способов подготовительных работ при различных условиях и при различных типах рудных тел и способах разработки.

Кроме основных подготовительных работ (квершлагов, штреков) большинство систем разработок требуют некоторого количества дополнительных подготовительных выработок. При системе работ с магазинированием из дополнительных выработок требуется пройти восстающие к верхнему горизонту для вентиляции, доставки материалов, инструментов и т. д. Если при этом оставляют целик под штреком — в нем проходит ряд коротких высечек (рудоспусков), и работа начинается расширением каждого рудоспуска и сбойкой с соседними.

Когда применяется система очистных работ кат-энд-филл, то необходимо пройти на одинаковых расстояниях восстающие к следующему горизонту, начать из них очистные работы и через них пропускать сверху закладку пустой породой.

Если применяется система очистных работ с подэтажными штреками, то первоначальные восстающие должны быть проведены к ближайшему верхнему горизонту из каждого забоя и оттуда уже должны быть пройдены подэтажи. Равным образом для выпуска руды и для доступа в забои потребуются восстающие для скатов и ходового отделения.

При системе работ с креплением квадратными окладами обычно требуется сквозной восстающий для каждого забоя к ближайшему горизонту для доставки закладки, крепи, материалов и т. д.

Система разработок при помощи обрушения, как это имеет место на руднике Аляска-Жюно, требует значительное количество подготовительных работ. Эту работу часто относят в бухгалтерии как часть стоимости восстающих из забоев и т. д.

На фиг. 72 показан полностью подготовленный забой в северном рудном теле на этом руднике.

Восстающие и подштреки составляют главную часть подготовительных работ. Эту работу часто относят в бухгалтерии как часть стоимости очистных работ, поскольку она обычно производится одновременно с очистными работами. Она составляет конечную стадию подготовительных работ и непосредственно предшествует очистным работам.

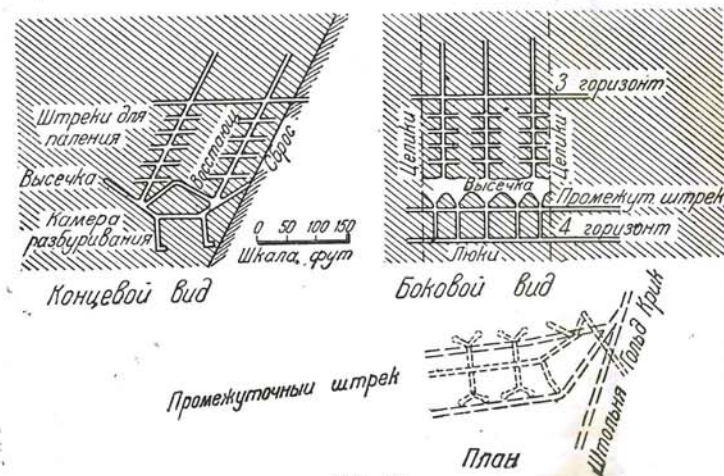
В США считают крайне необходимым, по мере продвижения текущих подготовительных работ на руднике, получить насколько возможно больше дополнительных материалов о месторождении путем тщательного геологического изучения проходимых пород. Изучение ведется во время проходки передовых забоев, пока бока его свежи и не изменились под действием кислорода воздуха и влаги, или не покрылись слоем пыли от пустой породы. Это достигается путем тщательного опробования всех передовых забоев, особенно когда в них обнаруживаются признаки минерализации, а также путем частого бурения разведочных скважин в боках для определения наличия или отсутствия в них рудных тел. При проходке штреков

по жиле часто пробуривают короткие разведочные скважины в боку на одной или на обеих сторонах в каждом передовом забое. Поскольку из них собираются, исследуются и опробуются, если они минерализованы. Эти разведочные скважины определяют мощность жилы и обнаруживают часто наличие параллельных рудных жил.

Необходимость и ценность такой работы зависит от характера и типа рудного месторождения, а объем и количество разведочных работ определяются для каждого отдельного случая.

Как уже было указано, себестоимость рудничных подготовительных работ сильно меняется в зависимости от типа, размера, падения и правильности рудных тел, а также от расстояния между жилами или между рудными столбами в каждой жиле. Эти физические показатели определяют способ подготовительных работ (шахтами, штольнями, квершлагами, штреками), а также величину подготовительных выработок в пустой породе и в руде.

Там, где рудное тело залегает правильно по простиранию, падению, от одного горизонта до следующего, легко можно свести подготовительные работы к минимуму. Там же, где имеется ряд разведенных жил или рудных столбов, где жила часто смещается сбросами или где имеются явные неправильности в залегании рудного тела, там нельзя заранее детально проектировать подготовительные работы по горизонтам. Часто приходится проходить штреки и квершлагги исключительно в разведочных целях, и некоторые из этих выработок могут впоследствии вовсе не годиться для эксплуатационных работ. Знание геологической структуры и характера руд-



Фиг. 72.

Полностью подготовленный забой, готовый для отпаки в северном рудном теле рудника Аляска-Жюно.

Рудник или район	Год	Характер месторождения	Как вскрыто месторождение	Система очистных работ	Количество выработанной руды в тоннах	Стоимость подготовительных работ на тонну выработанной руды в долл.
Хомстэк, Южная Дакота	1929 г.	Большие мощные рудные тела	Вертикальными шахтами	Маганизирование, обрушение и выемка с креплением квадратными окладами	1 437 935	0,13
Хомстэк, Южная Дакота	1930 г.	Большие мощные рудные тела	Вертикальными шахтами	Маганизирование, обрушение и выемка с креплением квадратными окладами	1 364 456	0,181
Жюно, Аляска	1928 г.	Жильная толща в мощных расщепленных зонах	Штольни	Маганизирование и обрушение	3 670 910	0,061
Аргонавт, Калифорния	1930 г.	Кварцевые жилы в сланцах и железокремнистые породы	Наклонными шахтами	Квадратные оклады и кат-энд-фила	7 800	0,165
Элькоро, Невада	1930 г.	Жилы в лавовых потоках	Штольни и галенки	Маганизирование и кат-энд-фила	57 539	1,298
Юнайтед Истери, Аризона	С января 1917 г. по май 1925 г.	Мощные жилы в андезитах	Вертикальными шахтами	Кат-энд-фила	732 528	0,518

Спринг-Хилл, Монтана	С 1 авг. 1929 г. по 1 апреля 1930 г.	Контактная метаморфическая залежь	Штольни	Маганизирование и разработки с подтягиваемыми штреками	43 323	0,377
Тэк-Юэ, Онтарио	Год закончился 31 августа 1931 г.	1 основная жила в порфире и лампорфире	Вертикальные шахты	Маганизирование	396 200	1,18
Лейк-Шор, Онтарио	Год закончился 30 июня 1931 г.	2 основных жилы на расстоянии 90 м друг от друга	Вертикальные шахты	Маганизирование и кат-энд-фила	698 624	1,403
Славанил, Онтарио	Октябрь, ноябрь и декабрь 1930 г.	Несколько маломощных жил в порфире	Вертикальные шахты	Маганизирование и откратые забой с распорной крепью	—	—
Райт-Хартгевс, Онтарио	1930 г.	Несколько жил в порфире	Вертикальные шахты	Маганизирование и откратые забой с распорной крепью	220 430	1,072
Киркленд-Лейк-Голд, Онтарио	1 месяц 1929 г.	Жилы в порфире и лампорфире	Вертикальные шахты	Маганизирование	4 108	2,87
Мак-Интайр, Онтарио	Год закончился 31 марта 1931 г.	Линзы в смятом базальтов. сланце	Вертикальные шахты	Маганизирование и кат-энд-фила	558 115	0,424
Випонд, Онтарио	Год закончился 31 июля 1930 г.	Линзы в смятом базальтов. сланце	Вертикальные шахты	Маганизирование	104 381	0,728

ного залегания, подкрепленное алмазным бурением, дает возможность правильно проектировать подготовительные работы и часто избавляет от многих излишних расходов. Выгодность использования алмазного бурения зависит от таких геологических условий, как тип, размер и падение рудных тел.

Отношение количества тонн подготовленной руды к каждому линейному метру подготовительных выработок в США берется за мерилу себестоимости подготовительных работ для различных типов рудных тел и рудных месторождений. В таблице 21 показано это отношение для целого ряда золотых рудников.

Цифры таблицы относятся преимущественно к подготовительным работам в эксплуатирующихся рудниках и, за исключением отдельных случаев, не включают основных подготовительных работ, как, например, проходку шахт.

На таблице 22 приведена себестоимость подготовительных работ на ряде эксплуатирующихся золотых рудников в Соединенных Штатах и в Канаде, лежащая на каждую тонну выработанной руды. Совершенно очевидно, что на себестоимость, выраженную в такой форме, влияет не только характер месторождения и системы горных и подготовительных работ, но также и размеры выдачи руды. Так, в течение некоторых лет можно иметь ненормально большие или малые расходы на подготовительные работы, вызванные соответственно расширением или сокращением программы подготовительных работ, хотя выдача руды может оставаться почти неизменной. Равным образом, при одинаковом ежегодном количестве подготовительных работ, но меняющемся размере выдачи руды, себестоимость подготовительных работ на 1 т будет меняться. Проходка новой шахты или какой-нибудь другой капитальной выработки заметно увеличит себестоимость подготовительных работ.

Как указывалось раньше, во время подготовительных работ или даже во время разведочных работ может оказаться необходимым построить небольшую опытную обогатительную фабрику.

В США считают чрезвычайно желательным, чтобы предварительно перед эксплуатацией было проведено валовое опробование руды на опытной обогатительной фабрике для определения наиболее экономического способа переработки этой руды. Вызванные этим расходы помогут избежать дорогих ошибок, опытную же фабрику можно использовать как секцию более крупной фабрики.

У нас неоднократно наблюдались случаи, когда наши тресты и предприятия шли на преждевременное сооружение большой фабрики без достоверных сведений об истинном объеме запасов руды в месторождении. Часто там, где может оправдаться постройка лишь небольшой фабрики, проектировались и строились фабрики гораздо большего размера, чем это требовалось. В США такое легкомыслие осуждается и требуется предварительное и всестороннее обследование вопроса, оправдывается ли по-

стройка большой фабрики и какова должна быть ее мощность. Американской практикой рекомендуется сначала построить небольшую фабрику и ошибиться в сторону скорее меньшей, чем большей мощности. Ни в коем случае не надо строить большой, так называемой американской фабрики до тех пор, пока не определится рентабельность разработки месторождения, т. е. не будет выяснен объем рудных запасов и не определится среднее содержание. Лучше расходовать средства на дальнейшую разведку и подготовительные работы, так как построить большую фабрику мы всегда успеем, если предприятие обеспечено достаточным количеством руды.

Опытные же фабрики строить надо. Небольшая опытная фабрика, даже небольшая бегунка и иловой завод на золотом руднике в начальной стадии подготовительных работ скорее оправдываются, чем на предприятии, производящем свинец, цинк, медь и другие металлы. При переработке других металлических руд на фабрике получают концентраты, т. е. продукт, который должен быть отправлен на плавильный завод и в электролиз для извлечения ценных металлов. Стоимость перевозки и расходы на плавку могут поглотить большую часть ценности руды, может потребоваться объединение специальных дорог для перевозки концентратов, а это влечет за собою излишние затраты капитала.

Золото же обычно извлекается относительно простыми процессами на маленькой фабрике непосредственно на самом руднике, и потому опытная обогатительная фабрика для золотых руд почти всегда себя окупает.

Постройка такой фабрики на золотых рудниках всегда оправдывается уже в ранней стадии рудничных подготовительных работ. Только благодаря наличию опытных фабрик в США можно было развертывать рудные выработки и создать ряд крупнейших рудников и фабрик — Хомстэк, Жюно, Поркюпайн и т. д.

Ниже помещено описание самого большого золотого рудника в Америке, принадлежащего компании Хомстэк в Южной Дакоте. Из всех рудников Америки этот рудник по своим методам работы и по техническим усовершенствованиям является, несомненно, первым, и ознакомление с приемами работы и его оборудованием будет небезынтересным для работников нашей советской золотопромышленности.

Рудник компании Хомстэк дает самую низкую себестоимость золота в США. С этой точки зрения чрезвычайно интересно нам ознакомиться с методами его работы, чтобы везде на наших предприятиях добиться снижения себестоимости и получения такой же производительности труда, как на руднике и фабриках компании Хомстэк.

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ

Методы эксплуатации на рудниках компании Хомстэк в Южной Дакоте и на некоторых других рудниках США

Рудники компании Хомстэк (The Homestake Mine Co) считаются самыми большими в Америке: они дают золота на сумму около 6 000 000 долларов в год (фиг. 73). Дивиденды за последние годы выплачивались по 1 750 000 долларов в год, рекордные дивиденды были в 1913 и 1914 гг. 2 210 000 долларов.

Рудники были основаны в 1876 г¹, до сих пор дали золота более чем на 205 000 000 долларов и уплатили дивиденда более 50 000 000 долларов.

Компания имела большие возможности вкладывать крупные капиталы в дело развития рудников, и в настоящее время рудник этот считается самым благоустроенным в Америке, а методы, применяемые в нем для разра-

¹ По другим данным — в 1874 г.

Фиг. 73.
Продукция
золотого
рудника ком-
пании Хом-
стэк в Юж-
ной Дакоте
с 1878 по
1924 г.



боток, считаются наиболее современными (фиг. 74 показывает часть этого рудника, группу «Б» и «М»).

Мне удалось довольно подробно ознакомиться с этими рудниками и осмотреть в течение недели как подземные работы, так и поверхностные сооружения и все рудничное хозяйство.

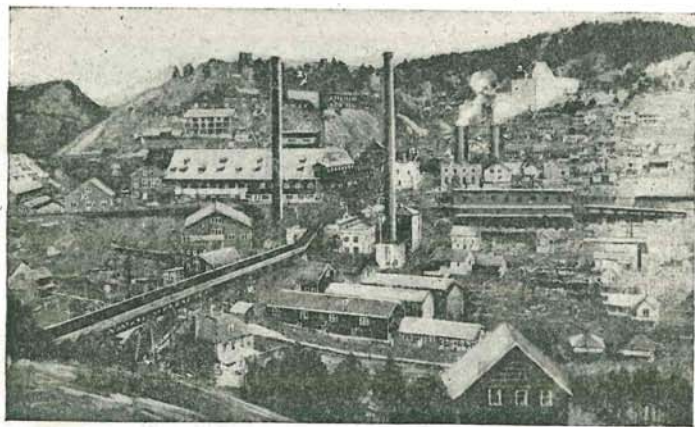
Рудник находится в Южной Дакоте, недалеко от города Лида, в местности, называемой «Черные Холмы» (Black Hills).

Основное месторождение залегает среди сильно складчатых и измененных доломитизированных известняков. Последние в свою очередь заключены в древнейшие породы, относящиеся к киватийской серии докембрийского периода и состоящие главным образом из кварцево-сланцевых сланцев, гранатовых сланцев, кварцитов, метаморфизованных глинистых сланцев, вероятно, происходящих от основных изверженных пород. Основной доломитизированный известняк имеет мощность от 12 до 18 м, а киватийская серия пород, заключающая доломиты, имеет мощность до 6000 м.

Руда находится большей частью в измененном доломите и несколько реже — в зеленых сланцах. В местах нахождения руды измененный известняк состоит из комингтонита (моноклинного железисто-магнезиального амфибола) и хлорита с пиритом, мышьяковым колчеданом и пиротитом.

Ширина месторождения в некоторых местах доходит до 120 м.

Местность, в которой расположен рудник (фиг. 75), находится, как было уже сказано, около города Лида, на высоте 150 м над уровнем моря, расположена на холмах, покрытых сосновым лесом. Местность пересекается многими речками, питающимися из ключей с очень хорошей водой; вода для рудников и для города Лида получается из этих речек.



Фиг. 74.

Группа «Б» и «М» рудников компании Хомстэк в Южной Дакоте.

На одной из речек на Спирфит Крик расположены две гидроэлектрические станции, принадлежащих той же компании, которая владеет и рудником.

Крепезный лес и иные лесные материалы получают с делянок, принадлежащих этой же компании, и обрабатываются на ее лесопильных заводах.

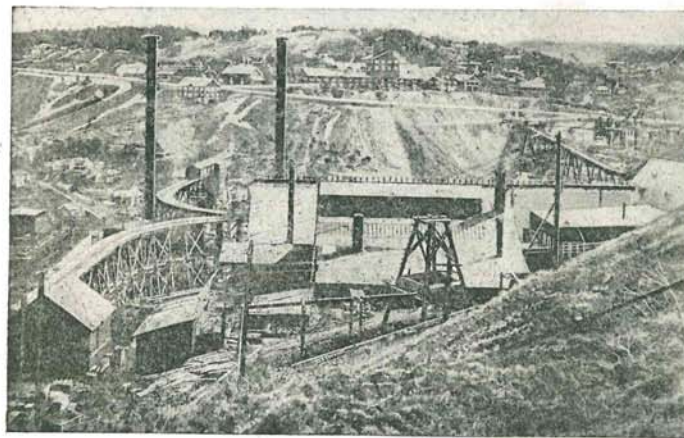
Рабочих и служащих имеется в настоящее время около 1800 человек: все они говорят по-английски, но только 62% из них американские подданные; остальные — чехо-словаки, сербы, поляки, итальянцы и т. д. Поселки, в которых они живут, производят довольно благоприятное впечатление, особенно по сравнению с рабочими поселками других горных районов Америки, где условия жизни рабочих зачастую очень плохи.

Как я уже говорил, золотая руда находится в значительной измененной породе докембрийского доломитизированного известняка. Рудные залегаения очень неопределенны по своей форме и сильно разнятся по размерам, достигая иногда до 1,2 км в длину и до 1200 м в ширину. Встречаются жилы менее 6 м мощностью и 30 м в длину. Вид жил меняется с каждым горизонтом, так что каждая выработка или выемка представляет собой совершенно особую задачу. Фиг. 76 представляет один из горизонтов рудника.

Руда очень тверда, так же как и окружающие породы.

Среднее содержание металла в каждой выбранной тонне руды примерно составляет около 4 долларов, считая стоимость золота и некоторого количества содержащегося в руде серебра.

Известное затруднение при горных работах представляет вода, образующая с рудоносной породой липкую массу. Температура пород — низкая



Фиг. 75.

Группа рудников Елиссон компании Хомстэк в Южной Дакоте.

и не затрудняет работ при условии, конечно, хорошей вентиляции. Главная подъемная шахта, так называемая шахта Елиссона (фиг. 77 изображает эту шахту на горизонте в 690 м), имеет шесть отделений. Сечение шахты в свету — $3,6 \times 6$ м.

Шахта имеет одно отделение для клетей размером 1,5—3 м, два отделения для скипов размером $1,65 \times 1,75$ м, отделение для лестниц и трубопроводов и, наконец, отделение для клетевых противовесов, оно же для электрических кабелей (фиг. 78).

Крепление шахты — все деревянное. Самый нижний и самый интересный из горизонтов, в которые я спускался, находится на глубине 690 м.

Имеются еще и другие шахты, кроме главной. Шахта «Б» и «М» № 1 имеет также 5 отделений: 2 — для клетей, 2 — для скипов и 1 — для труб и лестниц. Крепление также деревянное, глубина — 450 м (фиг. 79).

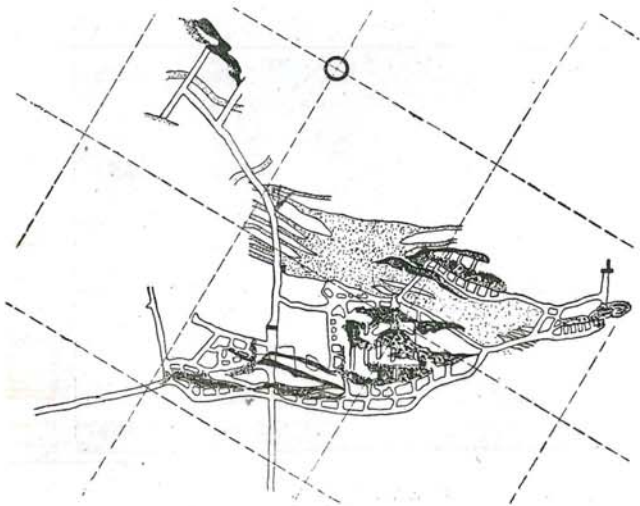
Шахта «Старый Бриг», глубиной 240 м, состоит из 2 клетевых отделений и 1 для трубопроводов; шахта «Б» и «М» № 2 углублена до 270 м и заменяет верхнюю часть шахты «Б» и «М» № 1.

Двухпутевые штреки имеют сечение $2,1 \text{ м} \times 1,8 \text{ м}$; те же штреки, которые имеют одну колею, проходятся размерами $2,1 \text{ м} \times 1,8 \text{ м}$ (фиг. 80).

От начала работ и до 1900 г. все разработки велись отчасти открытыми работами, отчасти методом длинных столбов.

В настоящее время подземные выработки достигли уже горизонта 630 м и распространяются далеко на восток, следуя простиранию жил.

Мощность рудных жил или, что будет вернее, ряда жильных штоков, при прочности окружающих пород, позволяет прибегать к разработке их камерами, придавая выработкам сводчатую форму без всякого крепления.



Фиг. 76.
Один из горизонтов рудника Хомстэк.

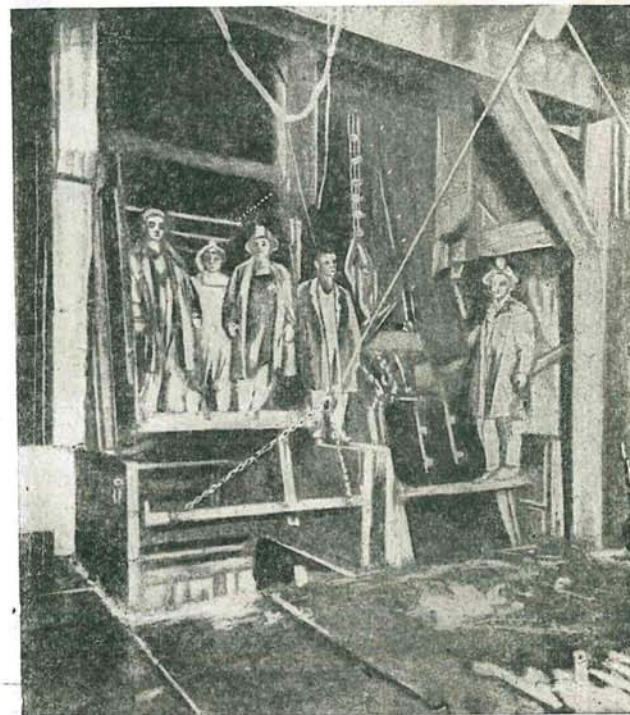
Как видно из чертежа (фиг. 80), показывающего способ разработки, применявшийся с 1900 г. до последних лет, в Хомстэке применялась система так называемой потолкоуступной выемки.

Из шахт проходились квершлагги до пересечения с рудной массой, в которой устраивались откаточные штреки. Затем выбирали камеры длиной до 180 м по простиранию штоков и шириной в 18 м.

Между камерами оставляли промежуточные целики тоже сначала в 18 м, а впоследствии — в 12,6 м.

Наверху оставляли сводчатый целик в 7,5 м толщиной.

Рабочие как раньше, так и теперь во время работы стоят или на породе или на деревянных помостках. Руда убиралась до самого последнего времени через боковые просеки и с деревянных платформ грузилась лопатами в вагонетки. Ранее эта работа была сопряжена с большими затруднениями, руда часто отрывалась большими глыбами и нужно было разбуривать ее прежде чем нагружать лопатами в вагонетки. Поэтому решено было изменить и способ выемки камер и способ погрузки, что и было сделано несколько лет тому назад.



Фиг. 77.
Шахта Елиссона. Приспособление для смены скипов на глубине 690 м.

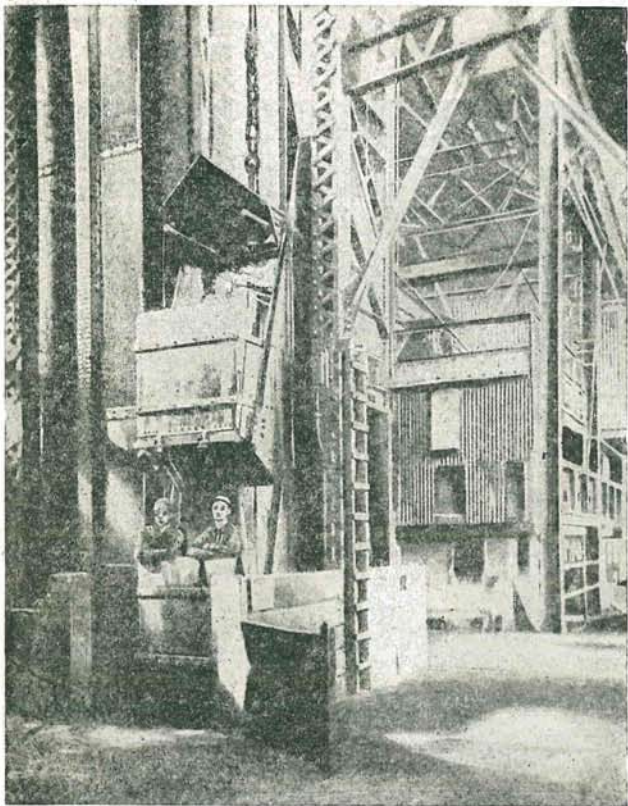
В настоящее время все почти камеры разрабатываются по способу, указанному на фиг. 81.

Как видно из этого чертежа, по обеим сторонам камеры проходятся штреки для откатки вагонеток (фиг. 82).

Сначала, конечно, готовится первичная камерная арка с выборкою породы и руды и с устройством деревянного покрытия или «мата» на полу и штрекового крепления по сторонам (фиг. 83).

Затем, середина этой камеры засыпается пустой породой так, что внизу получается пирамида, обращенная вершиной кверху (фиг. 84). Рабочие, стоя на этой пирамидальной куче, продолжают вести потолкоуступную выемку, сбрасывая пустую породу по середине, а руду — по бокам, чтобы она могла скатываться к штрекам (коридорам).

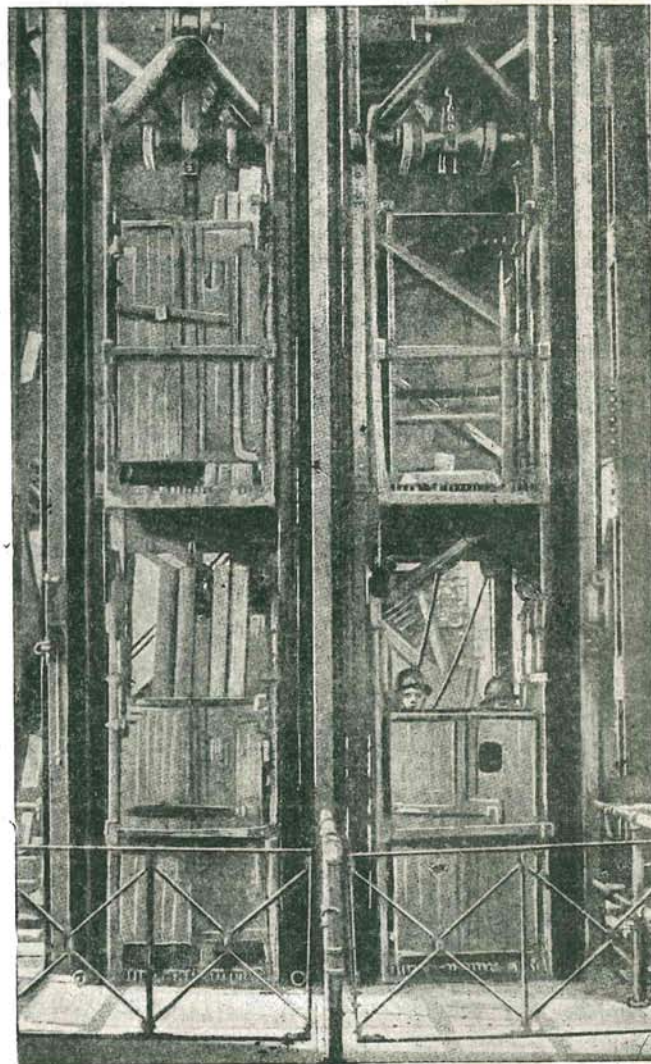
Сообщение с камерой ведется через нижний горизонт при помощи ходов. Они видны на фиг. 82. Обыкновенно делают два прохода: один — для людей, а другой — для подъема крепежного материала.



Фиг. 78.
Отделение для
клетей в шахте.

Первоначальная стоимость устройства двух ходов больше, но зато содержание, ремонты и потеря времени во время ремонтов гораздо меньше, чем при применении одного более широкого хода.

Когда камера закончена и выбрана вся порода, тогда начинают выбирать боковые целики так же, как и верхний целик.



Фиг. 79.
Отделение
для клетей
в шахте „Б“
и „М“.

Раньше камеры не закладывались пустой породой и потому имелись случаи очень больших обвалов и оседаний почвы в окрестностях города Лида. Теперь камеру закладывают пустой породой, а целики выбирают с креплением их станковой крепью (фиг. 85).

Горизонты в руднике идут на расстоянии 30 м друг от друга до глубины 330 м. Затем они идут на расстоянии 45 м друг от друга.

Все бурение шпуров производится сжатым воздухом при помощи перфораторов и «джеков» Ингерсоля. Обычно в забоях пользуются «джеками» Ингерсоля № 248, а для бурения вверх — «стоперами» Ингерсоля № 11 (фиг. 86 и 87).

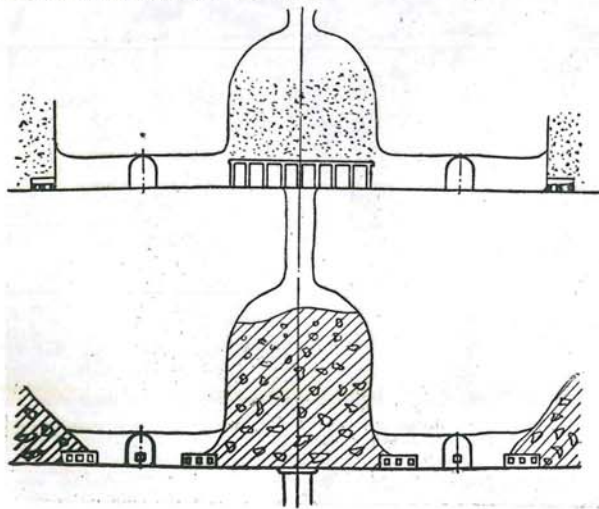
Пользуются при этих работах бурами из квадратной или шестигранной стали. Головка бура делается крестообразной с двойным конусом для всякого рода бурения, а при разбурке глыб пользуются бурами с головкой в виде ласточкина хвоста. Определенных правил для расположения скважины нет, так как бурение ведется по контрактам, сдается с подряда, а рабочие партии располагают скважины так, как им удобнее и скорее бурить.

Динамит употребляется 60-процентный в патронах размером $2,8 \times 20$ см.

Как я уже говорил, камеры заполняются пустой породой после того как вся руда из них выработана.

Пустая порода получается при самом производстве работ, но так как ее нехватает для заполнения камер, то пустую породу получают из вышележащих горизонтов, откуда она перепускается или сбрасывается в камеру по специально устроенным скатам.

Крепление деревом, как я уже говорил, применяется в шахтах, рудничных дворах, штреках и т. д.



Фиг. 80.
Прежний способ
разработки рудных
жил в шахтах Хом-
стэк.

Становое крепление применяется при выемке междукамерных целиков. Для крепления шахты применяются брусья 30×30 см из местной желтой сосны или местной же ели. Станковые срубы делаются из 6-дюймовых брусьев. Для защиты от мелких камней применяются доски 5×30 см.

Откатка производится при помощи 19 пневматических локомотивов (фиг. 88), из них 20 штук пятитонных с цилиндрами 15×25 см, с резервуарами в $1,12 \text{ м}^3$ воздуха.

9 локомотивов $3\frac{1}{2}$ -тонных с цилиндрами $12,5 \times 20$ см.

Редукционный клапан на каждом из локомотивов пропускает воздух в цилиндры при рабочем давлении в 80 Atm.

По всем работающим горизонтам положен воздухопровод высокого давления и в соответствующих местах устроены питательные станции.

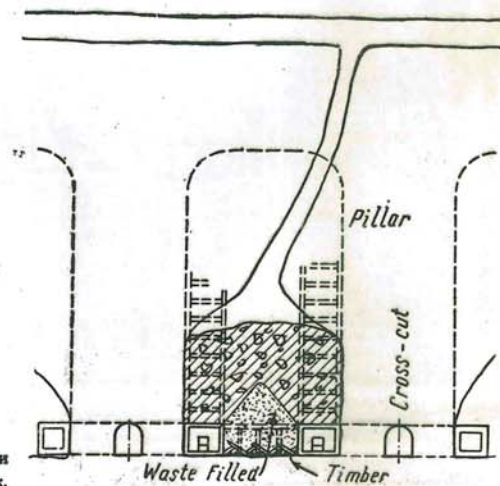
Вагонетки употребляются вместимостью в $0,5 \text{ м}^3$ каждая. Старые вагонетки были с концевым опрокидыванием, а новые, употребляемые ныне, имеют боковое опрокидывание и острое дно.

Колея устроена в 60 см, рельсы 18-кг в 0,3 м уложены по главному пути и 11,25-кг — по временным путям.

В некоторых других рудниках мне пришлось видеть электрические локомотивы и вагонетки, изображенные на фиг. 89.

Для выдачи руды на поверхность служат 2 подъемные шахты: «Б» и «М» и шахта Елиссона.

В шахте «Б» и «М» устроены три погрузочные станции, снабженные замерными карманами (measuring pockets). Одна из таких станций изображена на фиг. 90 и расположена на 10,5 м ниже 240-м горизонта, другая — 330-м и третья — 465-м. На фиг. 91 изображены два замерных кармана для нагрузки скипов. Над каждой такой станцией помещен не-



Фиг. 81.
Современный способ разработки
рудных жил в шахтах Хомстэк.

большой складочный ларь или бункер (bin), куда сваливается с вагонеток прибывающая по откаточным путям руда. Общее расположение всего устройства видно на фиг. 90. На Шахте Елиссона 3 погрузочные станции расположены также у горизонтов в 240, 330 и 465 м, но там, кроме того, устроено предварительное дробление руды. Дробилки поставлены щековые, размерами 36 × 48 дюймов. Они питаются ленточным конвейером, и общее расположение видно на фиг. 92. Над каждой дробилкой устроен ящик или бункер, куда поступает руда из вагонеток. Вагонетки проходят над люками, через которые руда сбрасывается в бункер, и оттуда поступает для дробления (фиг. 93).

Под каждой дробилкой устроен ларь на 1500 т, или бункер для руды, а далее устроен замерный карман для загрузки скипов (см. фиг. 94, где показана работа скипов в шахте «Б» и «М» так же, как и фиг. 91, где показаны замерные карманы).

Передаточные пути от дробильных установок к другим горизонтам делают возможным держать на подземных складах до 12 000 т руды, считая в том числе вместимость бункеров погрузочных станций. Погрузочные



Фиг. 82.

Штрек для откатки вагонеток и скаты (shutes) для их погрузки.

устройства расположены на 30—40 м ниже соответствующего горизонта.

В шахте «Б» и «М» для подъема груженых рудой скипов служит паровая лебедка. Оба высокого давления цилиндра имеют диаметр в 70 см, оба низкого давления цилиндра — диаметр 130 см, при ходе поршня в 105 см. Машина рассчитана на 2500 л. с. при подъеме 6-тонных скипов с глубины 900 м.

Для подъема людей служит в той же шахте «Б» и «М» другая лебедка фирмы Чалмерса.

В шахте Елиссона рудоподъемная лебедка рассчитана на тягу 75 т при скорости подъема в 600 м/мин. Она снабжена двумя барабанами диаметром 3 м и шириною 2,2 м, всеми вспомогательными механизмами, всеми предохранительными приспособлениями (фиг. 95). Она приводится в движение от электромотора в 1400 л. с. постоянного тока напряжением в 600 V. Подъемный канат — диаметром в 3,75 см. Вес поднимаемой руды — 7 т в одном скипе, глубина подъема — 969 м.

Лебедка для подъема людей на шахте Елиссона — паровая, двойного действия, с цилиндрами диаметром в 65 см и ходом поршня в 1,8 м.

Откачка воды производится центробежными насосами, производительностью в 3700 л каждый, помещенными попарно на каждом главном откачиваемом горизонте, где устроены соответствующие помещения для насосов и резервуаров. Подъем воды ведется ступенями по 90 м, а среднее количество воды, откачиваемой из шахты, равняется 370 л/мин.

В шахте «Б» и «М» всего устроено 4 насосных станции на горизонтах в 150, 240, 300 и 420 м.

В шахте Елиссона поставлены один насос на 1750 л на горизонте 510 м и один — на горизонте 600 м.



Фиг. 83.

Устройство деревянного настила и штрековых креплений по сторонам камеры.

Воздух высокого давления, который требуется для откаточной системы, для снабжения локомотивов, подается 4-ступенчатыми компрессорами Ингерсоля.

Компрессор приводится в движение синхронным электромотором; размеры цилиндров компрессора: 60, 35, 29 и 15 м при ходе поршня в 60 см.

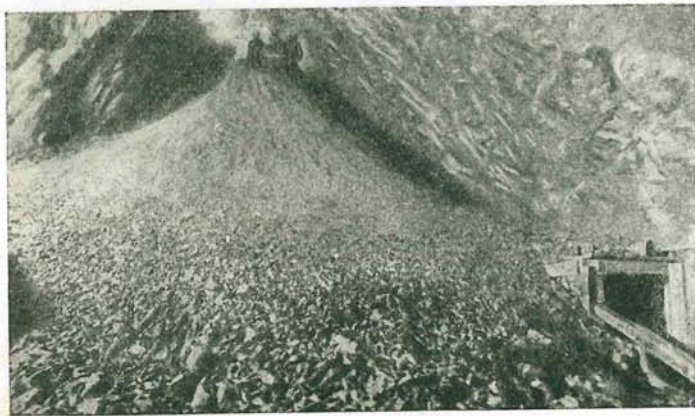
Рядом имеется другой 4-ступенчатый компрессор «Ингерсоль Сергент», который раньше приводился в движение паром, а теперь работает от электромотора (фиг. 96). Диаметры его цилиндра: 93,1; 50,6; 15 см при ходе поршня в 120 см. Число оборотов первого компрессора — 128, а второго — 68 в минуту.

Имеется еще вспомогательный или резервный компрессор высокого же давления с диаметром цилиндров в 60,6; 36,25; 23,2; 11,25 см при ходе поршня в 105 см.

Воздух низкого давления получается от 4 компрессоров. Один из них построен фирмой «Нордберг» с цилиндрами диаметром 48,2 и 81,8 см при ходе поршня в 110 см. Он подает 3200 м³ воздуха в минуту и приводится в движение от синхронного электромотора. Рядом стоят 2 компрессора «Ингерсоль-Ранд» с диаметрами цилиндров в 97,5 и 57,5 см при ходе поршня в 65 см, соединенные непосредственно с электромоторами.

Наконец, один компрессор, тоже Ингерсоля, с цилиндрами диаметром в 100 и 69,3 см и ходом поршня в 75 см, соединен непосредственно с электромотором при 140 об/мин.

Вентиляция в шахтах Хомстэк везде искусственная. Воздух из шахты высасывается при помощи вентилятора (экстаустера), расположенного у устья наклонной шахты. На горизонте 420 м шахты «Б» и «М» работает



Фиг. 84.

Засыпка камеры пустой породой по середине и рудой по бокам.

вспомогательный экстаустер, и такой же точно вентилятор поставлен на 540-м горизонте шахты Елиссона.

На всех горизонтах и во всех рудничных дворах устроено электрическое освещение. Там, где это нужно, рабочие употребляют карбитовые лампочки, которые очень часто они прикрепляют на шапках. Карбит носят с собой в особой плоской жестянке, которую кладут в карман. Лампочки дают хороший яркий свет, стоят они недорого (один доллар за штуку), и их очень легко прикреплять к горняцкой шапке или фуражке.

Каждый горизонт имеет хорошую телефонную связь с центральной телефонной станцией рудника, а каждая подземная погрузочная станция имеет прямой телефон к механике соответствующей подъемной лебедки.

Подъем, кроме того, контролируется системой красных и зеленых сигнальных огней. Электрические сигналы подаются из шахт как для людей,



Фиг. 85.

Крепление целиков станковой крепью.

так и для груза, причем механик на лебедке вместе с сигналом получает извещение, с какого горизонта сигнал подан.

Рудник добывает в год 1 600 000 т руды. Работы почти везде ведутся сделно по договорам с рабочими и почти все подготовительные работы ведутся подрядно; расчет производится или с квадратного метра площади или с тонны веса.

Погрузка почти всегда сдается подрядчику, причем на его обязанности лежит разбурка и подрывка больших глыб, и он за свой счет получает от компании динамит, капсюль и шнур по себестоимости. Производительность забойщика составляет в среднем 2,5 «коротких» тонны на один человеко-час или, иначе говоря, на каждую добытую тонну руды падает 0,4 человеко-часа.

Все рабочие, занятые на подземных работах, дают в среднем выработку 0,75 «коротких» тонны на один человеко-час, или на одну добытую тонну падает 1,33 человеко-часа.

Производительность поверхностного рабочего составляет 5,6 т на один человеко-час или, иначе говоря, на 1 т руды падает 0,18 человеко-часа.

Если примем во внимание всю организацию рудника со всеми рабочими, служащими, администрацией, то будем иметь среднюю продукцию в 0,66 тонны на человеко-час или на одну тонну продукции будет ложиться 1,5 человеко-часа.

Состав рабочих довольно текучий: в течение года меняется 75% всех рабочих.

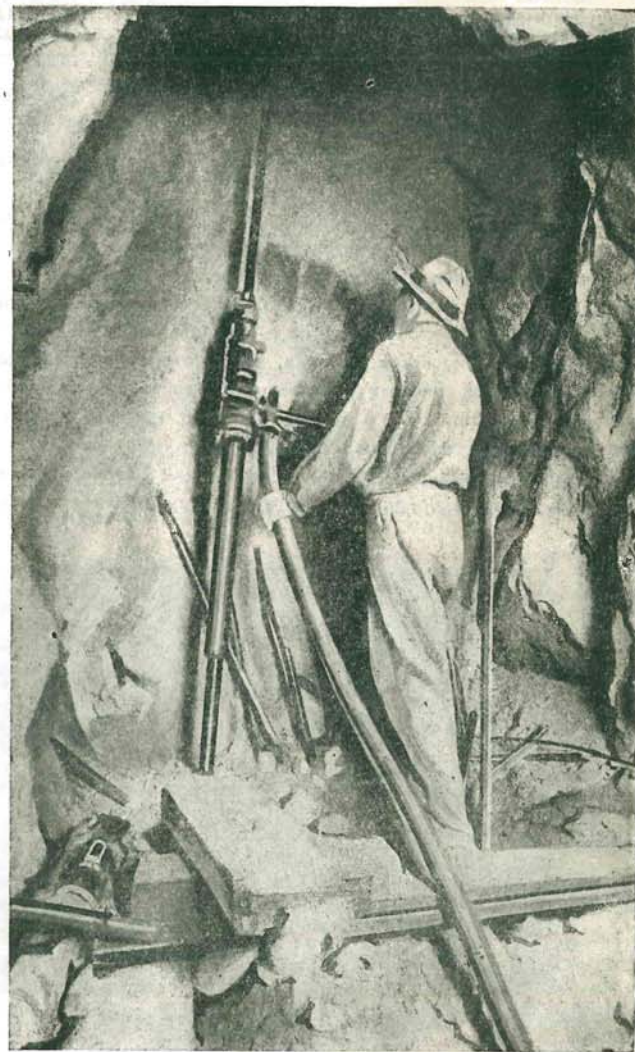
Из всего количества рабочих под землей занято 88%. Заработная плата составляет 62% всех расходов по добыче руды. Кроме того, имеются



Фиг. 86.

Работа в забое при помощи колонкового перфоратора.

данные о нижеследующих расходах, начиная с разработки руды в забоях. На одну «короткую» тонну добытой руды расходуется 270 г динамита. На каждую добытую и поднятую на поверхность «короткую» тонну руды расходуется следующее количество энергии по главнейшим операциям отдельно (энергия выражена в лошадиных силах-часах):



Фиг. 87.

Бурение вверх при помощи «стопера».

Таблица 23

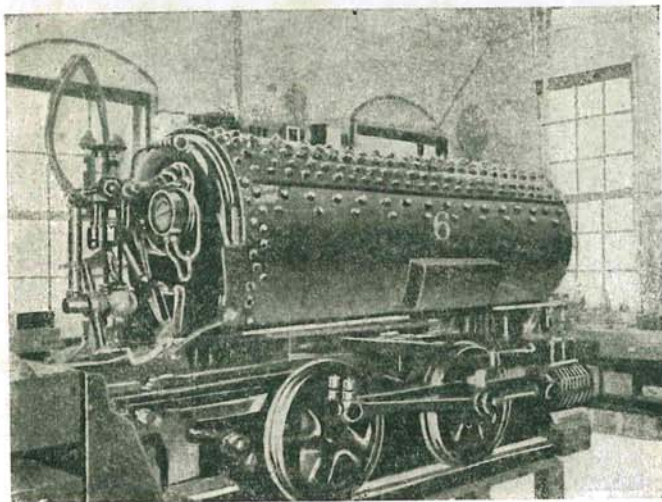
	На одну тонну руды
Бурение шпуров, заправка буров и пр. операции, производимые сжатым воздухом	5,1 л. с./час
Откачка под землей и на поверхности при помощи сжатого воздуха	1,76 " "
Подъем руды в скипах	2,79 " "
Подъем людей	0,25 " "
Откачка воды	0,96 " "
Вентиляция рудника	1,84 " "
Освещение	0,33 " "

Итого на каждую добытую и выданную на поверхность «короткую» тонну 13,06 л. с./час

Величина всех накладных расходов, падающих на тонну руды, составляет 40% от общей стоимости руды.

В Америке вообще не так много обращают внимания на безопасность работ. Обычно ограничиваются тем, что в соответствующих местах ставят таблички с надписями: «безопасность прежде всего» (Safety First), но никаких других мер к действительной безопасности работ не принимается.

В Хомстэке как-раз имеются и организации и средства для реального обеспечения безопасности рабочих, до некоторой степени, конечно. Здесь имеется «рабочий комитет безопасности», состоящий из рабочих и служащих и собирающийся раз в два месяца. Это, так сказать, — совещательный орган. Затем имеется Центральный комитет безопасности, куда входят заведующие отделами рудника и представители рабочего комитета. В Центральном комитете представляет специальный «инженер по безопас-



Фиг. 88.
Пневматический
локомотив.

ности», под управлением которого находится команда для спасательных работ, служба скорой помощи, спасательная станция и т. д.

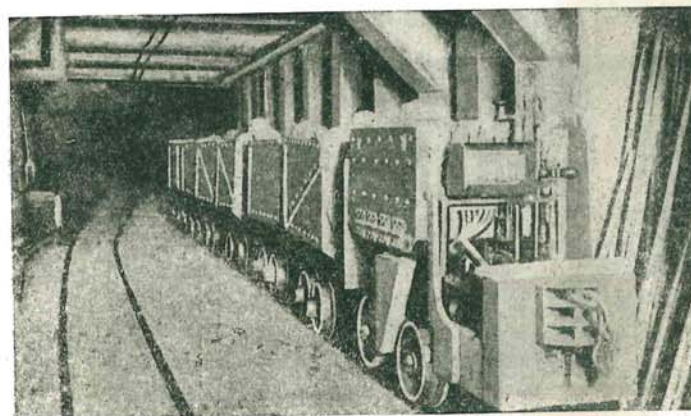
Таким образом, это дело поставлено в Хомстэке много лучше, чем в других рудниках, которые мне пришлось посетить в Калифорнии, Колорадо, Монтане и других горных округах Америки.

Затем, в Хомстэке имеется недурной госпиталь для рабочих и служащих, которым пользуются бесплатно в несчастных случаях и во время болезни, признанной докторами «достаточно серьезной». В госпитале имеется пять докторов, необходимое количество сестер и другой обслуживающий персонал.

В Хомстэке есть и клуб, который содержится на счет служащих и рабочих, но управление рудника дает помещение под клуб и библиотеку бесплатно.

Театр также имеется, но он платный даже и для членов клуба. Существует также и общество взаимного страхования, но дела его не очень процветают, хотя, не в пример прочим рудникам Америки, компания Хомстэк поддерживает его. Каждый служащий и рабочий, члены общества, платят взносы по 1,5 доллара в месяц. В случае болезни рабочий получает один доллар в день в первые шесть месяцев и 1,5 доллара в день — в последующие три месяца болезни. В случае смерти выплачивают 800 долларов. Все это, конечно, не относится к несчастным случаям, за что платит компания. Общество взаимного страхования управляется советом, выбранным из числа участников.

Не в пример прочим рудникам, которые я видел в Калифорнии, Колорадо и других штатах, разработка месторождений Хомстэка ведется менее хищнически, чем в большей части других капиталистических предприятий

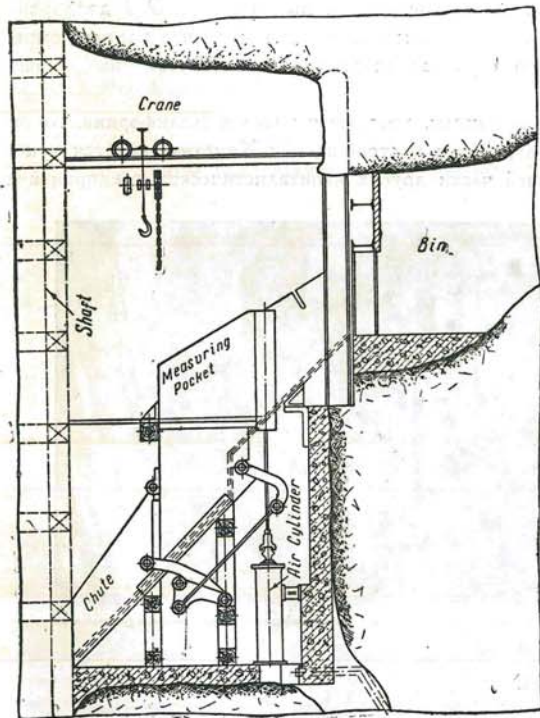


Фиг. 89.
Электровоз и вагонетки.

по разработке золотых месторождений. Нужно отдать справедливость администрации Хомстэка: ею привлечены к работам самые лучшие инженеры. Разведка поставлена прекрасно и ведется достаточным количеством алмазных станков (фиг. 97). Пробы берутся аккуратно и исследуются в прекрасно поставленной лаборатории. Главный геолог компании Л. Б. Райт (L. B. Wright) подобрал в помощь себе отличных геологов и действительно поставил на должную высоту изучение золотых месторождений всего горного округа Дедвуд-Лид¹ (см. его работы в журнале «The Black Hills Engineer» за 1926 и 1927 гг.).

Оборудование рудника надо считать, пожалуй, самым лучшим из всех золотых рудников Северной Америки и одним из лучших среди вообще американских рудников. Может быть, новый рудник, так называемый «Гекла Майн» и Айдаго (свинец-цинк), оборудован теперь после пожара не хуже, чем Хомстэк, но по размерам своим он немного меньше. Механизация рудника Хомстэк стоит на очень высоком уровне, и почти ни одна операция не производится руками, мускульным трудом. Почти весь

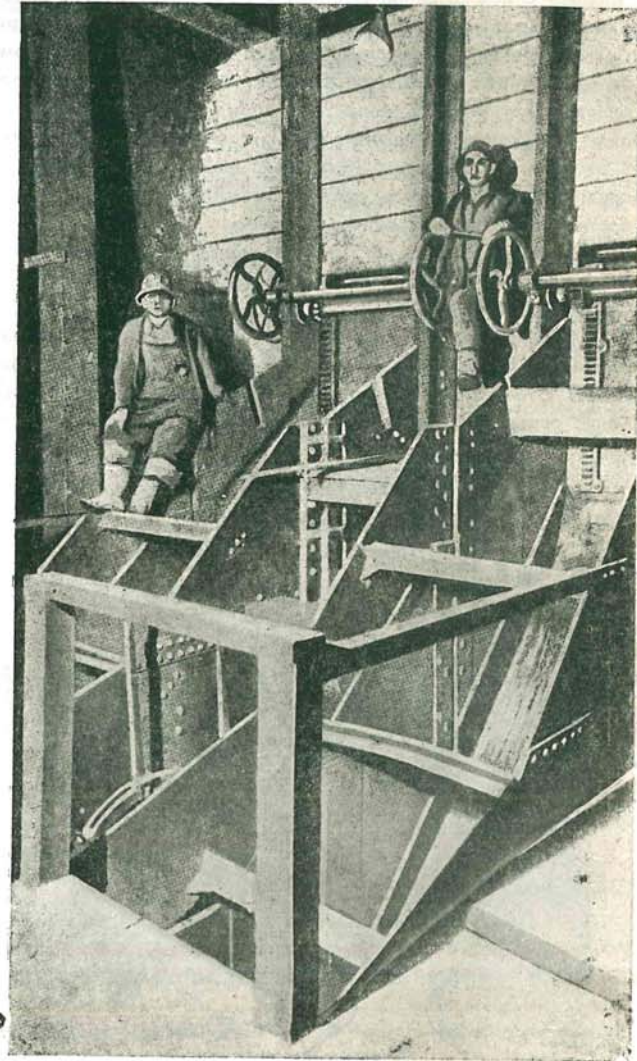
¹ Иначе называется «Уайтвуд».



Фиг. 90.
Подземная погрузочная станция.

рудник электрифицирован, за исключением последней большой паровой машины, которую должны были заменить электрической.

Компания Хомстэк ежегодно получает солидные дивиденды и помещение капиталов в это предприятие считается в Америке «солидным делом». Компания поэтому продолжает развешивать работу и имеет воз-



Фиг. 91.
Два замерных кармана в шахте «А» и «М» рудника Хомстэк.

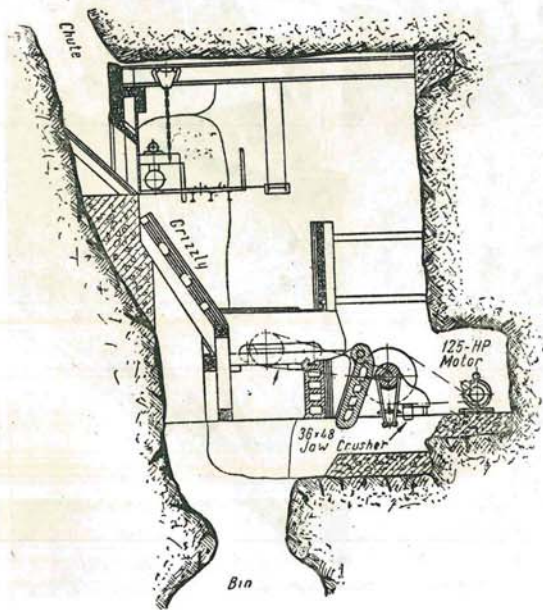
можность строить новые очень дорогие сооружения; например, во время моего посещения заканчивалась установкой новая надшахтная конструкция, показанная на фиг. 98.

Обработка руды также не плохо поставлена в Хомстэке. По моему мнению, для наших работников будет интересным ознакомиться с описанием обогатительной фабрики Хомстэк, так же как и фабрики компании Аляска Жюно — самой большой фабрики в мире по обработке золотых руд с низким содержанием золота. Описание их помещено в последних главах.

Нет никакого сомнения, что для нас интересно ознакомиться с такими огромными рудниками, как Хомстэк, а также с его обогатительными фабриками. Но таких огромных предприятий мы у себя в СССР построим два-три. Десятки и сотни наших рудников построены и будут построены в значительно меньших масштабах, поэтому очень важно знать о работе среднего американского рудника, который в сущности является главным поставщиком золотой руды.

В предыдущей главе мы ознакомились с разведочными и подготовительными работами, теперь перейдем к очистным работам, т. е. к эксплуатации рудника.

Для ведения наиболее выгодной эксплуатации необходимо иметь внушительный резерв подготовительной руды задолго до начала очистных работ. Это не только позволит проектировать рациональный способ извлечения руды, но также позволит правильно сбалансировать из месяца в ме-



Фиг. 92.
Подземная станция для дробления руды.

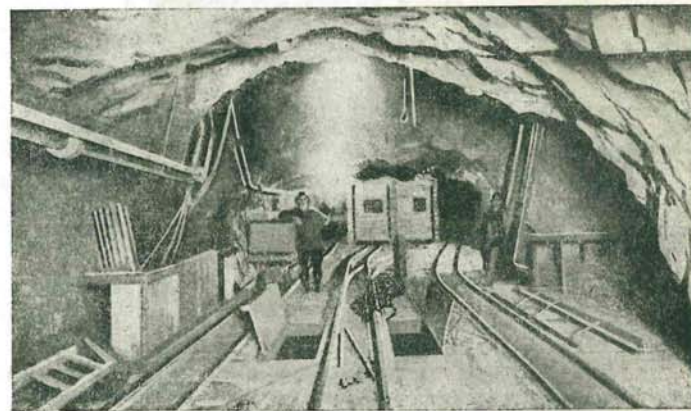
сяц подготовительные работы с продукцией очистных забоев и размеры выдачи руды с мощностью фабрики.

В американской практике вовсе не рекомендуется проводить полностью подготовительные работы до того, как начнется эксплуатация, даже если это возможно сделать. Омертвление капитала в подготовке руды задолго до ее выдачи было бы несомненно безумным, особенно при небольшом масштабе эксплуатации, в малых и средних рудниках, которые нас особенно интересуют. Другое дело в отношении крупного месторождения с низким содержанием металла, которое может прибыльно эксплуатироваться только в крупном масштабе и требует крупных капитальных затрат на фабрику и оборудование. В этом случае для определения крупных затрат необходимо иметь обеспеченный запас руды, достаточный для амортизации капитальных затрат и для экономически выгодной эксплуатации.

Системы очистных работ в США классифицируются на основе способа поддержки во время фактической работы забоя, а именно:

А. Забои с естественной поддержкой.

1. Открытые забои:
 - а) Открытые забои в небольших рудных телах.
 - б) Разработка подэтажными штреками, с подработкой почвы и потолка (Sublevel stoping).
2. Открытые забои с поддержкой при помощи целиков.



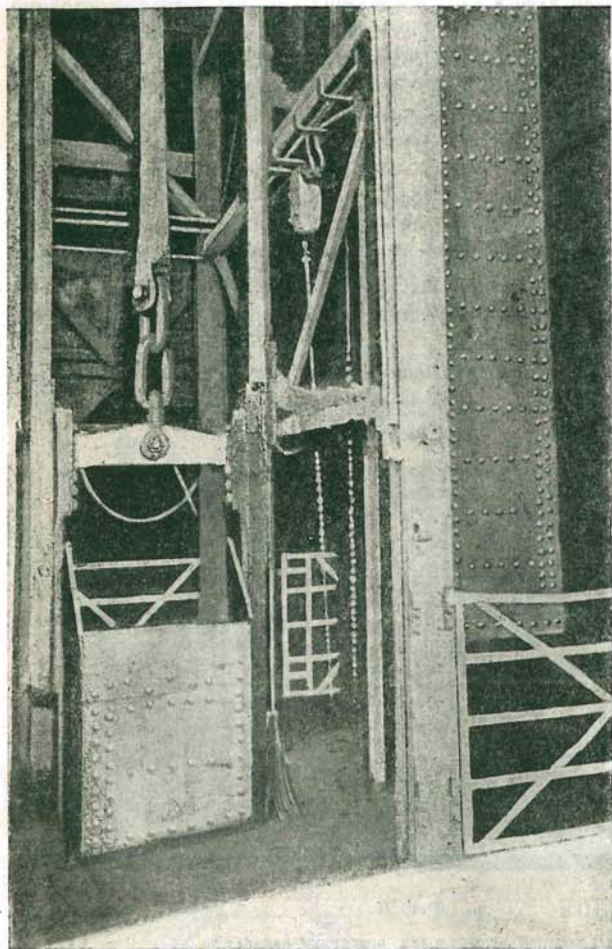
Фиг. 93.
Подземная станция для разгрузки вагонов.

Б. Забои с искусственной поддержкой.

3. Очистные работы с магазинированием (Shrinkage stoping).
4. Разработка с последующей закладкой (Cut-and-fill stoping).
5. Очистные работы с креплением квадратными окладами (Square-set stoping).

В. Обрушенные забои.

6. Отбойка руды при помощи сплошного обрушения.
7. Слоевое обрушение.



Фиг. 94.

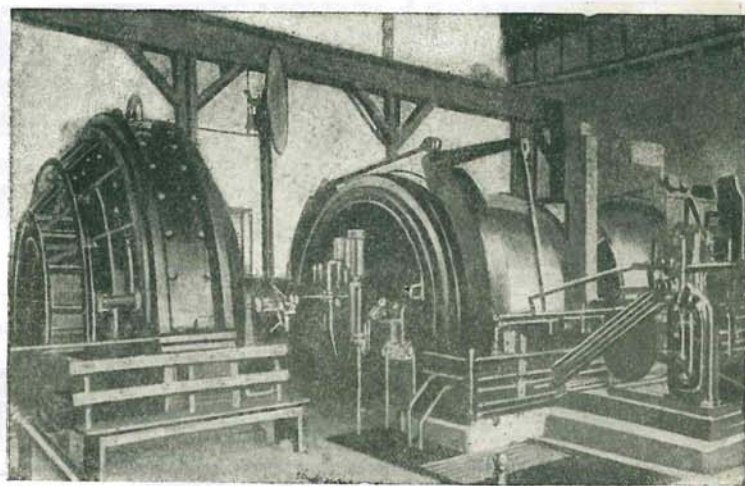
Отделение для скипов в шахте „Б“ и „М“ рудника Хомстэк.

Г. Комбинированные забои с поддержкой и с обрушением.

Из всех систем наиболее широкое применение на золотых рудниках США и Канады имеют очистные работы с магазинированием. Эта система применяется к круто падающим линзообразным рудным месторождениям, с достаточно крепкой рудой и твердыми боковыми породами. Систему очистных работ с магазинированием (Shrinkage stoping) можно также применять к мощным месторождениям с крепкой рудой путем проходки поперечных забоев, причем эти забои будут отделяться целиками руды, которые можно извлечь позднее.

В забоях с магазинированием (фиг. 99) руда вырабатывается вверх от горизонта. Рабочие стоят на отбитой руде, причем через люки после каждой отпайки выпускается достаточное количество руды, чтобы освободить место для работы между отбитой рудой и неотбитой кровлей. Отбитая руда покоится или на крепи штрека (фиг. 99А) или на целике нетронутой руды (фиг. 99В).

При таком способе для подготовки забоя требуется очень мало работы, особенно там, где жила тонкая, или отбитая руда поддерживается на крепях. Если руда поддерживается на предохранительных целиках, оставленных над штреками, то необходимо пройти через небольшие расстояния короткими восстающими и соединить их вершины до того, как начнутся очистные работы. Однако, при любом из этих способов очистные работы на го-



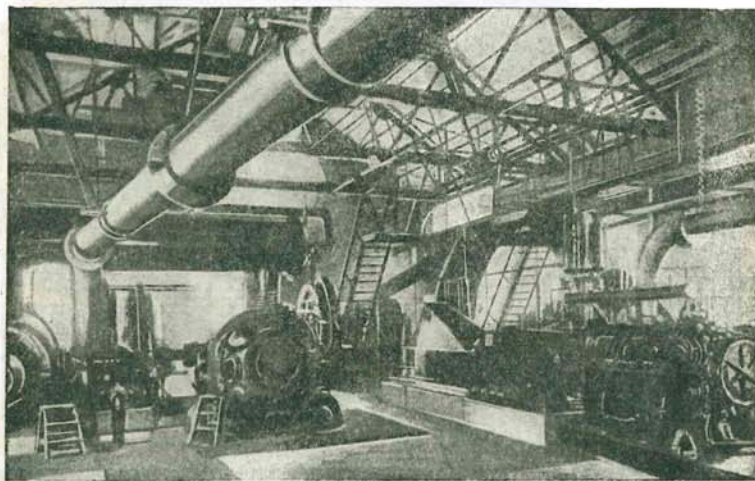
Фиг. 95.

Электрическая лебедка над шахтой Елиссона.

ризонте могут вестись непосредственно вслед за подготовительными работами и, таким образом, выдача руды не будет задерживаться. Как правило, только около 40% руды может быть выпущено из забоев, остаток же выпускается после выработки руды до верхнего горизонта или же до предохранительного целика под штреком. Таким образом, значительный капитал омертвляется в отбитой руде, которую нельзя немедленно выдавать. Однако, это не является уж таким большим злом, поскольку запас отбитой руды может обеспечивать непрерывное снабжение фабрики в такие периоды, когда по каким-либо причинам темпы отбойки уменьшаются.

В числе известных золотых рудников, применяющих систему очистных работ с магазинированием, находятся Хомстэк, Элькоро, Портланд и многие другие в районе Крипл Крик; Аляска-Жюно применяет видоизмененных способ очистных работ с магазинированием, или же способ с принудительным обрушением; большинство золотых рудников Онтарио, включая Холинджер, Дом, Мак-Интайр, Поркюпайн, Випонд, Тек-Юэ, Лейк-Шор, Райт-Харгрэвс, Сильванит, также применяют этот способ.

В очень мощных рудных телах забои выработок могут вестись вкрест простирания жилы. В этом случае, обычно, проходят ряд забоев, отделенных целиками руды, причем мощность забоев и целиков зависят от характера породы. По окончании выработки забоя его закладывают пустой породой, а целики обычно выработывают магазинированием, слоевым обрушением, разработкой с последующей закладкой или очистными работами с креплением квадратными окладами (фиг. 100). Последний способ при-



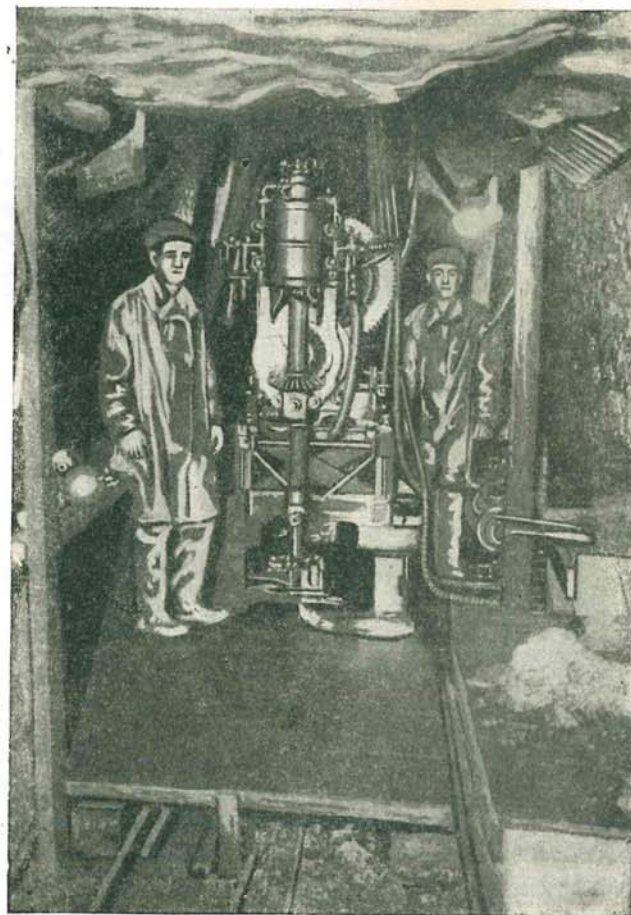
Фиг. 96.

Помещение для компрессоров компании Хомстэк.

меняется на руднике Хомстэк, Южная Дакота, как мы это указывали в начале этой главы, но все-таки для большей ясности мы еще раз помещаем иллюстрацию работ Хомстэка (фиг. 101).

Очистные работы с последующей закладкой широко применяются в тех случаях, когда бока жилы слишком слабы, чтобы устоять без крепления. При этой системе руда выпускается из забоя по мере отбойки, а выработанное пространство заполняется пустой породой или хвостами с фабрики, доставленными на верхний горизонт через восстающие, соединяющиеся с блоком.

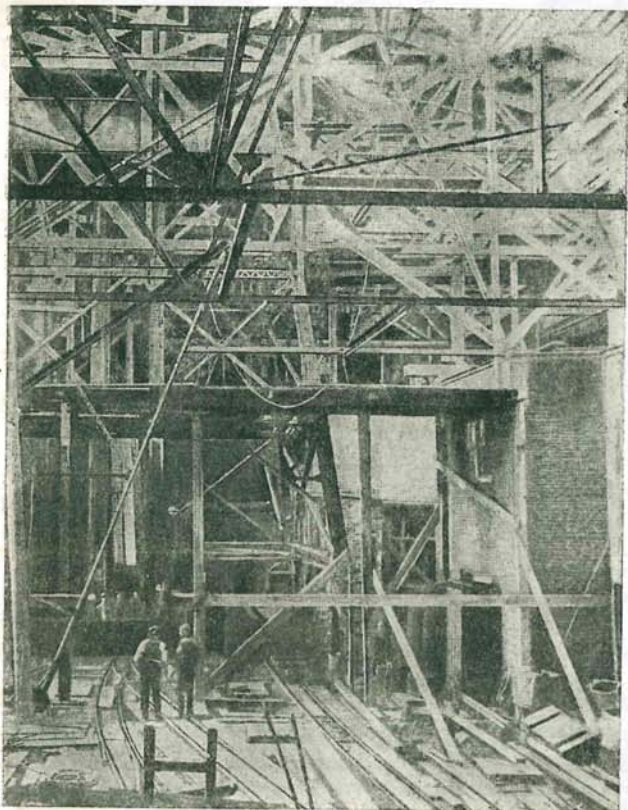
При этом способе из каждого блока проходится один или несколько восстающих до верхнего горизонта. Затем от каждого восстающего на-



Фиг. 97.

Алмазный станок в работе.

чинается выемка в кровле штрека с отбойкой руды на штрековую цепь. Как и при системе с магазинированием, к очистной выемке можно приступить на некотором расстоянии от кровли горизонта, оставляя предохранительный целик над штреком (фиг. 102). Руда затем разгружается в вагонетки. При горизонтальной системе очистных работ с последующей закладкой выемка подвигается по кровле штрека или над штрековым целиком и руда выпускается по мере отбойки до тех пор, пока выемка достигает конца рудного столба, ближайшего восстающего, или же линии целика, если отдельные забои имеют между собою целики. Выработанное пространство закладывается, примерно, на 1 м от кровли пустой породой, и затем снова приступают к очистной выемке. По мере подвигания очистных работ устраиваются рудоспуски с таким расчетом, чтобы определить закладку и образовать люки, через которые руда может быть спущена по мере отбойки и выпущена в рудничные вагонетки на нижнем горизонте



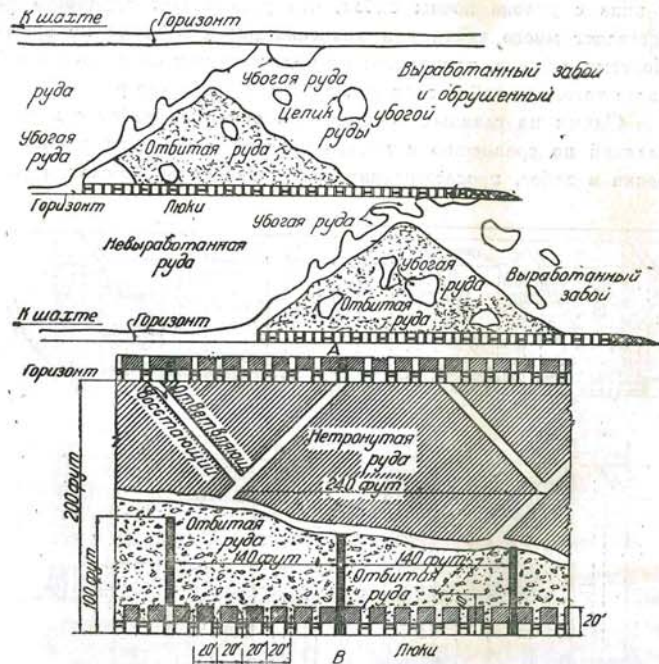
Фиг. 98.

Новая надшахтная конструкция над шахтой „Б“ и „М“.

(фиг. 103). Если расстояние между восстающими велико, то закладку можно нагружать в вагонетки в забое, доставлять до границы закладки и затем разгружать.

Для устранения мускульного труда современная практика для доставки закладочного материала применяет электрические скреперы, особенно в мощных рудных телах.

Те же электрические скреперы могут применяться для доставки отбитой руды к рудоспуску. В тех забоях, где применяется ручная доставка, рудоспуски обычно расположены близко друг от друга, на расстоянии 6—9 м, чтобы избежать необходимости вторичной доставки руды или погрузки ее в вагонетки. Рабочая сила и стоимость материалов для устройства таких люков составляют внушительные статьи расхода в себестоимости очистных работ, а время, потребное для их устройства и для прокладки путей, задерживает добычу руды. При применении скреперов рудоспуски могут быть расположены на расстоянии от 15 до 45 м друг от друга, особенно когда забой достаточно высок, чтобы обеспечить необходимую вместимость в рудоспусках и не задерживать работу скрепера из-за того, что рудоспуски полны. Применение скреперной доставки устраняет ручную доставку, ускоряет выдачу руды, уменьшая, таким образом, стоимость устройства рудоспусков и проходок для пустой породы (фиг. 102).



Фиг. 99.

Забой с магазинированием.

При расположении забоев под углом к горизонтали, примерно, равным углу естественного откоса, можно устранить необходимость ручной доставки руды и пустой породы. Этот способ диагональной выемки за последние 20 лет получила широкое применение. Руда движется к рудоспускам под влиянием своего собственного веса, также закладка располагается под углом естественного откоса (фиг. 104).

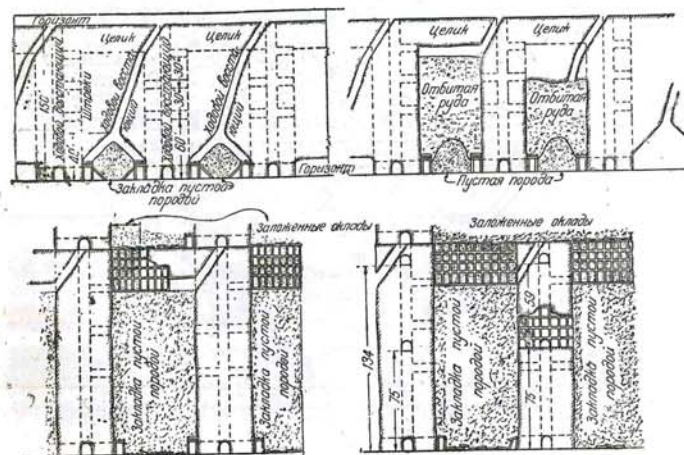
Этот способ представляет собою вариант способа очистных работ с последующей закладкой и обычно называется «наклонный кат-энд-филл» или диагональная выемка. За последнее время, однако, на многих рудниках наблюдается тенденция вернуться к горизонтальной выемке с последующей закладкой, в особенности при возможности применения компактного и относительно легкого электрического скрепера.

При доставке руды скреперами значительное количество закладочного материала может попасть вместе с рудой, и это является одним из недостатков работы скреперами.

Поэтому, чтобы не смешивать руду с пустой породой и предупредить потерю ценной рудной мелочи, обычно, делается на закладке настил из досок до того, как начинается отбойка руды. Это, разумеется, увеличивает несколько стоимость рабсилы и материалов в очистных работах.

При системе диагональной выемки доски должны доставляться вверх и вниз с уклона почвы забоя, что увеличивает трудность работы и не оставляет много места для хранения досок в забое во время закладки. Поэтому, обычно, приходится их поднимать или спускать из забоя и затем после того, как забой заложен, доставлять обратно в забой.

Одним из главных преимуществ очистных работ с последующей закладкой по сравнению с магазинированием является возможность сортировки в забое, прослеживания прожилков руды в боках и выработки па-



Фиг. 100.

Очистные работы на руднике Хомстёк.

раллельных рудных столбов, которые могут находиться в боках главной жилы. Все это можно делать без смещения отбитой руды с пустой породой. При диагональной выемке это преимущество сильно уменьшается, так как куски пустой породы должны спускаться к люкам вместе с рудой и нет места, куда бы можно было отбрасывать их в сторону.

Другим недостатком диагональной выемки является то обстоятельство, что рабочие все время должны работать на крутой наклонной почве, где трудно сохранять равновесие. Поэтому они не могут работать с такой производительностью, как на горизонтальной почве.

Способ очистных работ с последующей закладкой требует соблюдения определенного цикла операций:

- 1) бурение и отбойка,
- 2) удаление отбитой руды из забоев, иногда вместе с отсортировкой пустой породы, и
- 3) закладка.

Затем все это снова повторяется. Такой цикл требует, чтобы порода для закладки была обеспечена в достаточном количестве и в надлежащее время, иначе очистные работы могут задерживаться. Это в свою очередь может осложнить проблему откатки в том смысле, что доставка руды и пустой породы будут мешать друг другу. Иногда основные подготовительные работы не обеспечивают достаточного количества пустой породы, и необходимо изыскать другой источник получения закладочного материала. Его подают с поверхности, из подземных выработок в пустой породе, или же из самых боков блока.

Иногда можно получить значительное количество закладки путем отсортировки пустой породы от отбитой руды. Очень узкие жилы и жилы с высоким содержанием металла на некоторых рудниках вырабатываются



Фиг. 101.

Забой на руднике Хомстёк.

при помощи очистной выемки с предварительным вскрытием жилы по пустой породе, или же при помощи отбойки сначала боковой породы вдоль жилы и затем самой руды. При этой системе отбитая боковая порода остается в забое для закладки.

В мощных рудных телах иногда применяют поперечные блоки с перемежающимися целиками. Блоки выработываются и закладываются, а затем выработываются целики, находящиеся между заложеными забоями. В этих случаях, иногда, требуется крепить бока и обшивать их по мере выработки забоя, чтобы предупредить смещение руды с пустой породой, когда впоследствии будут выработываться целики.

Основным преимуществом очистных работ с последующей закладкой, как уже указывалось, является то, что они дают возможность отсортировать пустую породу в забое, что имеет своим результатом повышение содержания металла в руде, отправляемой на фабрику, а также позволяет проследить апофизы в боках и выработывать параллельные рудные тела.

Среди золотых рудников, применяющих систему очистных работ с последующей закладкой, можно назвать: Объединенный восточный рудник, рудники Холинджер и Мак-Интайр, а также Лейк-Шор в Онтарио, где эта система была применена в последнее время к мощным рудным телам, особенно на нижних горизонтах.

Система очистных работ скреплением квадратными окладами применяется для разработки рудных тел, имеющих значительную мощность, неустойчивые боковые породы и руду средней крепости. Вследствие высокой себестоимости этого способа, применение его ограничено разработкой руд с относительно высоким содержанием металла.

Этот способ применяется преимущественно для проходки вверх от горизонта, можно его также применять для параллельных разработок из восстающего и, иногда, для почвоуступных очистных работ.



Фиг. 102.

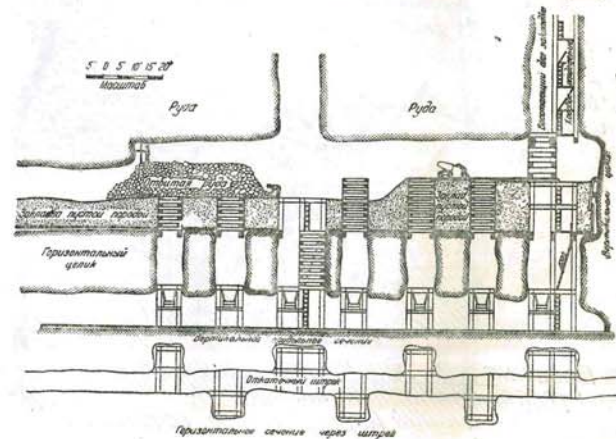
Очистной забой с последующей закладкой на руднике Лейк-Шор, Кирклэнд-Лейк, Онтарио.

При этом способе работ выработка ведется небольшими прямоугольными блоками, обычно имеющими около $1,5 \times 1,8$ м в квадрате и 1,8—2,4 м высоты. По мере выемки каждого блока выработанное пространство закрепляется окладом крепи, который служит временно для поддержки окружающей породы. Полный оклад крепи состоит из 4-х стоек, 2-х переключков и 2-х распорок, заделанных друг в друга (фиг. 105).

Примыкающие оклады заделываются вместе с первоначальным окладом, так что для каждого дополнительного оклада, находящегося в одном ряду с первым окладом, требуется две стойки, два переключка и одна распорка, или две стойки, две распорки и один переключок, так как крепь первоначального оклада образует одну сторону примыкающего оклада. Там, где уже есть две стороны, в предшествующих окладах, требуются только одна стойка, один переключок и одна распорка.

По мере расширения забоя ряды окладов служат также в качестве рудных скатов (фиг. 106, на которой показаны вертикальные сечения забоя с креплением квадратными окладами на руднике Аргонавт, Калифорния). Для погрузки отбитой руды в вагонетки на нижнем горизонте устанавливаются люки, а для отвода отбитой руды от одного ряда окладов к другому и для устранения, таким образом, ручной нагребки можно установить временные спуски для руды или «диагонали». Другие ряды окладов должны оставаться открытыми, чтобы служить в качестве лестничных отделений, для доставки водопроводных труб, крепи и материала, а также, чтобы обеспечить доступ к люкам для ремонта и для открытия люков в тех местах, где руда задерживается.

Система очистных работ с креплением квадратными окладами может применяться для рудных тел с неправильным контуром; она годится также и для селективной добычи. При этой системе можно оставлять блоки пустой породы в месторождении и выработывать руду вокруг них. Пустую

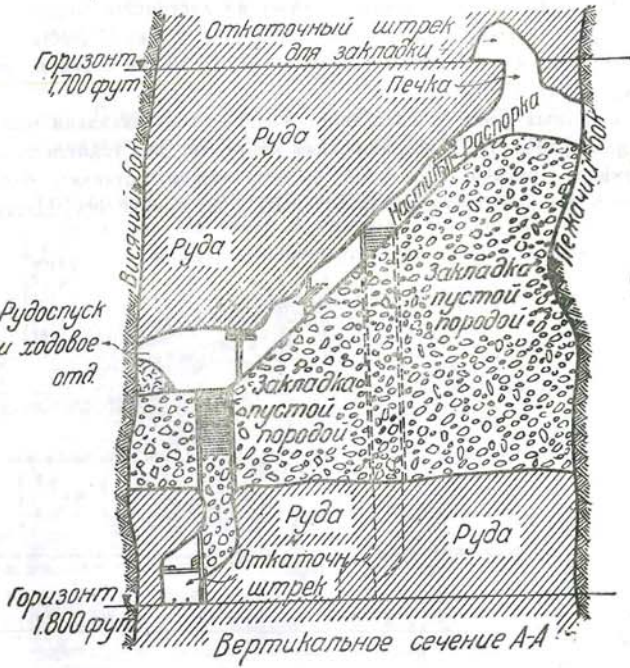
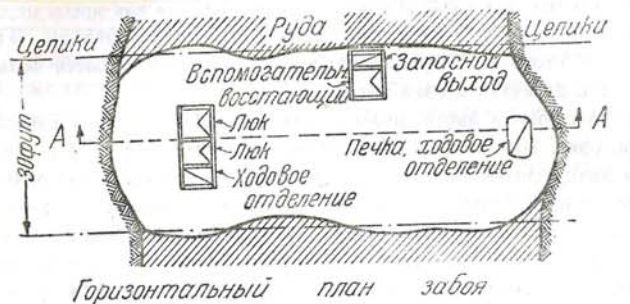


Фиг. 103.

Типичный очистной забой с последующей закладкой.

породу, отбитую вместе с рудой, можно сортировать в забоях и бросать в закладку, повышая таким образом содержание в руде, отправляемой на фабрику, и экономя на стоимости откатки, подъема и обработки.

Недостатки этой системы следующие: 1) высокая себестоимость тонны выработанной руды; 2) медленные темпы выемки руды и низкий тоннаж на человеко-смену; 3) большое количество крепежа и высокая стоимость крепления (доставки, заделки и установки крепи); 4) опасность возникновения пожара, вследствие применения большого количества крепи.

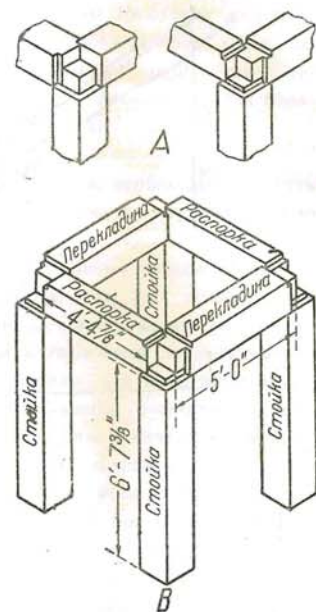


Фиг. 104. Типичное сечение диагональ. Диагональная выемка.

Эта система применяется как главный способ разработок на золотых рудниках Материнской жилы в Калифорнии. Происхождением своим она обязана работам на жиле Комсток в Неваде. Раньше она применялась как главный способ в рудниках Криппл Крик, но там теперь она в значительной мере уступила свое место очистным работам с магазинированием забоев. На руднике Хомстэк, где руда вырабатывается системой с магазинированием поперечных забоев мощностью в 12 м, законченные забои с магазинированием совершенно очищаются от руды и закладываются пустой породой, а затем уже целики вырабатываются при помощи системы очистных работ с креплением квадратными окладами. В районе Поркюпайн эта система иногда применяется для разработки мощных забоев в неустойчивой породе, а также для разработки некоторых целиков у шахты.

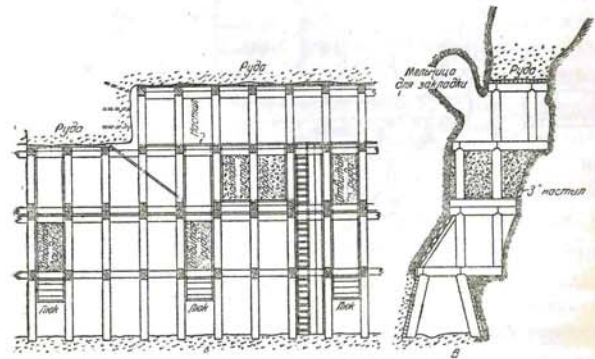
Для разработки тонких жил крепкой руды с крепкими боками в США применяются открытые забои с распорной крепью. В рудных телах, имеющих значительную мощность, с успехом применялась на золотых рудниках Америки система подэтажных штреков. В этих случаях существенное значение имеет наличие крепкой руды и крепких боковых пород.

При разработке открытыми забоями



Фиг. 105.

Крепление квадратными окладами: А — два способа заделки, В — квадратный оклад, с четырьмя стойками

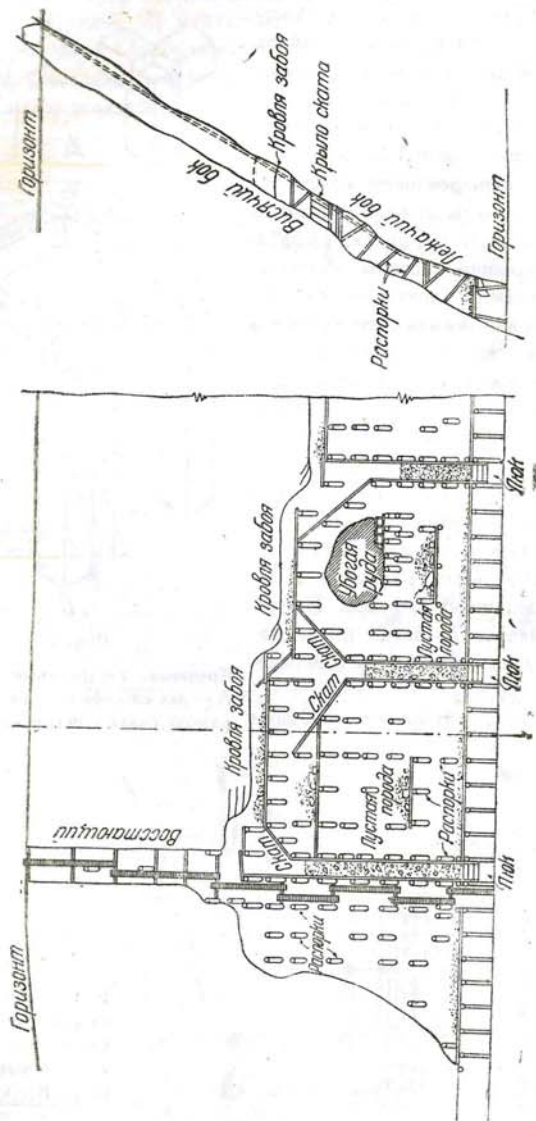


Фиг. 106.

Рудник с креплением квадратными окладами, рудник Аргонавт: А — продольное сечение, В — поперечное сечение.

с распорной крепью забои могут быть расположены потолкоуступно или же почвоуступно.

На фиг. 107 показан потолкоуступный открытый забой с распорной крепью в узкой жиле на одном из золотых рудников Онтарио. В зависи-



Фиг. 107.

Потолкоуступный открытый забой с распорной крепью: А — продольная пререкция, В — поперечное сечение.

мости от мощности жилы и характера породы горизонт может быть закреплен правильными окладами или же распорной крепью. Штрек проходит на высоту от 3,6 до 4,5 м и закрепляется. Затем работают на вершине крепи, вынимают руду при помощи потолкоуступных очистных работ. Распорная крепь устанавливается так, как это требуется для поддержки боков и для образования места, на котором можно было бы работать. По мере увеличения линии забоя распорная крепь устанавливается на правильных расстояниях, а бока обшиваются досками, чтобы образовать рудоспуск. Затем устанавливаются временные скаты для того, чтобы спустить отбитую руду в рудоспуск.

Во избежание поломки распорной крепи и настила, необходимо следить за тем, чтобы на них не приходилось много тяжести, или не так сильно отпаивать скважины.

Глыбы пустой породы, неосторожно отбитые от боков, можно оставлять в забое, если только устранить их распорками, как это показано на рисунке, а районы убогой руды и пустой породы можно оставлять совсем не отбитыми. Лестничные пути устраиваются к горизонту на расстояниях, примерно, в 30 м и там же проводят трубопроводы для воздуха и воды.

В узких жилах, имеющих крутое падение, можно применять почвоуступные открытые забои. Руда в этих случаях перелопачивается с уступа на уступ вниз, доходя таким образом к восстающему, пройденному от нижнего горизонта. Распорная крепь при этой системе устанавливается, где это требуется для поддержки висячего бока. Иногда при благоприятных условиях этот способ оказывается гораздо дешевле, чем потолкоуступные очистные работы. Однако очень важно, чтобы бока были очень крепкими, так как рабочим приходится работать под обнаженным висячим боком. При потолкоуступных очистных работах рабочим приходится работать непосредственно у кровли забоя и висячего бока, и в этом случае кровля над ним в любое время может быть тщательно исследована и испытана и любой сыпучий материал может быть спущен сразу же вниз так, что возможность несчастных случаев значительно уменьшается.

Разработку подэтажными штреками в США применяют в мощных рудных телах при крутом падении (55 до 60° или больше) с крепкой рудой и крепкими боковыми породами. Эта система применяется для тех же условий руды и боковых пород, как и при очистных работах с магазинированием, но она невыгодна для разработки рудных тел, имеющих мощность менее чем 6—7,5 м, вследствие высокой стоимости подготовки забоя (проходки подэтажей). Для больших мощностей эта система оказывается наиболее дешевой и ей часто отдают в Америке предпочтение с точки зрения сравнительной дешевизны и безопасности.

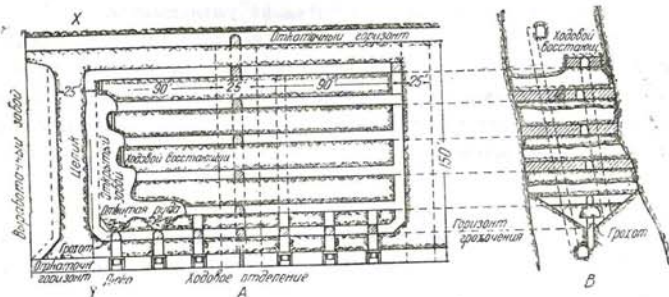
Эта система заключается в следующем (см. фиг. 108). Рудное тело готовится при помощи проходки откаточных горизонтов на вертикальных расстояниях от 37,5 до 60 м, восстающие пробиваются от горизонта

на промежутках от 22,5 до 45 или 60 м друг от друга вдоль по простиранию. Один из этих восстающих находится в конце рудного тела и служит в качестве начального восстающего для забоя. Эти восстающие соединены подэтажными штреками на определенном подэтажном промежутке, обычно от 6 до 9 м по вертикали. В то же время пробиваются короткие восстающие от 7,5 до 12 м друг от друга, чтобы служить в качестве рудных люков или «мельниц» для выпуска руды по мере отбойки. Иногда нижний подэтаж применяется в качестве горизонта грохочения (грizzly), как это показано на фиг. 108. Вершинам восстающим придается форма куполов, чтобы образовать воронки.

Очистные работы начинаются у начального восстающего и обычно на нижнем подэтаже, причем руд отпалывается путем бурения скважин вверх и вниз. На верхних подэтажных штреках вокруг лица забоя делаются выемки в виде уступов и они отпалываются в воронки или в мельницы, при помощи бурения верхних и нижних скважин уступа с таким расчетом, чтобы работа на каждом нижнем подэтаже обгоняла бы производимую на верхнем подэтаже работу. Благодаря этому лицо забоя принимает форму ряда слегка свисающих уступов, связанных между собой в боках на каждой стороне. Рабочие все время работают под нетронутой и нерастревоженной породой и вблизи у кровли. Вход и выход из лица забоя прокладываются через подэтажные штреки, соединяющиеся с восстающими, пробитыми специально для ходовых отделений в нетронутой породе. Таким образом с точки зрения безопасности этот способ считается в США очень хорошим.

Отступления от него допускаются следующие:

1) лицо забоя проводится по вертикали или даже с небольшим уклоном вместо того, чтобы нависать. Это делается в забоях с мягкой рудой слишком слабой для того, чтобы удержать уступы;



Фиг. 108.

разработка подэтажными штреками в средней по твердости и крепости руде: А — продольное вертикальное сечение, В — сечение по X—Y.

2) в очень мощных рудных телах (наше краткое описание относилось к продольным очистным работам) проходится ряд поперечных забоев, отделенных целиками, которые вынимаются позднее;

3) промежуток между подэтажами увеличивается, и разработка ведется на нескольких уступах между подэтажами при помощи почвоуступных очистных работ. Это можно допускать только в очень крепкой породе.

По сравнению с системой очистных работ с магазинированием разработка подэтажными штреками имеет преимущества: 1) возможность быстро вести очистные работы с выпуском руды вслед за отбойкой и с высокой производительностью каждого забоя; 2) низкая стоимость отбойки; 3) большая безопасность для работы, и 4) возможность выпуска всей руды. Как и при очистных работах с магазинированием некоторое количество отбитой руды может накапливаться и в открытых забоях, если это необходимо для поддержания запаса отбитой руды.

На золотых рудниках Америки разработка подэтажными штреками не получила широкого применения, вероятно потому, что этот способ не был широко известен до последнего времени, а также потому, что большинство золотоносных жил маломощны. На руднике Спринг-Хилл в Монтане в мощных рудных линзах этот способ в последнее время заменил способ очистных работ с магазинированием.

Открытые забой с распорной крепью применяются в Эмпайр, Стар и в других рудниках района Гресс-Валлей, Калифорния, в пологих и круто падающих жилах. На руднике Эмпайр падение обычно более пологое, чем угол естественного откоса для отбитой руды, и руда доставляется из забоя в откаточный штрек при помощи легких переносных бремсбергов. Для этого две небольшие вагонетки соединяют проволочным канатом, проходящим через тройной блок, снабженный тормозом. Грузенная вагонетка, спускаясь вниз, поднимает порожнюю вверх.

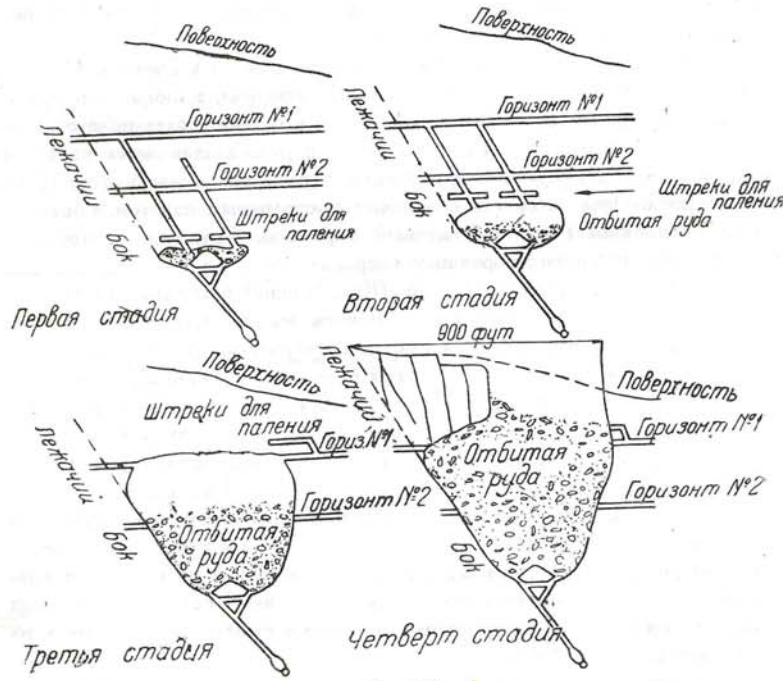
На рудниках в районе Алегани (Калифорния) в пологой жиле применяется тот же способ разработки, причем вместо легких бремсбергов для доставки отбитой руды применяются электрические скреперы.

Насколько мне известно, на золотых рудниках Северной Америки полностью не применяется ни одна из типичных систем разработок подэтажными штреками или системы блокового обрушения. Только на руднике Аляска-Юно применяется сплошной способ разработки, который можно классифицировать как способ разработки с обрушением, вернее, он является видоизмененным способом разработки с магазинированием или с принудительным обрушением. При этом способе забой частично заполняется отбитой рудой, и вместо обычного бурения и отпалки руды отпалка производится крупными зарядами, вмещающими в среднем 1600 кг взрывчатых веществ, заложенными в специальных пороховых штреках, проведенных из восстающих (см. фиг. 109).

На руднике Хомстэк было выработано большое количество руды с помощью обрушения верхних частей рудного тела, которое разрабатывалось

вначале открытыми забоями, а также с креплением квадратными окладами, причем много руды оставалось в целиках. Хотя обрушение не является постоянным методом работы на этом руднике, но под старыми целиками пробиты с нижних горизонтов восстающие. Сверху этих восстающих руда обрушивается, падает в восстающие и выпускается вниз в вагонетки. Обычно у каждого восстающего устанавливается камера грохочения (грizzly), где разбиваются глыбы и пропускаются через грохот, прежде чем руда попадает в люк.

На таблице 24 приведены некоторые типичные данные стоимости очистных работ на тонну руды для целого ряда золотых рудников США и Канады. Широкое колебание размеров стоимости объясняется главным образом различными характерными чертами рудных тел, природой породы, размером рудных столбов и промежутков между ними, содержанием металла в руде, способом очистных работ, который зависит от этих характерных условий и масштаба добычи. Местонахождение рудников, стоимость материалов и энергии, размеры заработной платы и т. д. также оказывают влияние на стоимость



Фиг. 109.

Способ очистных работ на руднике Аляска-Жюно.

Таблица 24. Типичные данные себестоимости выемки руды в очистных работах на золотых рудниках США и Канады

Рудник	Дата	Система очистных работ	Средняя добыча в т	Стоимость выемки тонны руды в дол.
Аляска-Жюно	1928 г.	Словесное обрушение с магазинированием	10 000	0,122
Хомстек, Южная Дакота	1929 г.	Магазинирование, обрушение и квадратные оклады	4 100	1,433
Артонавт, Калифорния	1 мес. в 1929 г.	Разработка с креплением квадратными окладами	260	2,493
Элькоро, Невада	1930 г.	Магазинирование	230	1,610
Спринг-Хилл, Монтана	С августа 1929 г. по 30 апреля 1930 г.	Разработка подэтажными штреками и магазинирование	175	1,072
Тек-Юэ, Онтарио	1 мес. в 1929 г.	Магазинирование	900	1,710
Випони, Онтарио	Год окончен 31 июля 1931 г.	То же	315	1,275
Сильванит, Онтарио	3 мес. в 1930 г.	Магазинирование и открытые забой с распорной крепью	250	2,318
Кирклэнд-Лейк-Голд, Онтарио	1 мес. в 1930 г.	Магазинирование	140	1,620

Стоимость в таблице 24 дается из расчета на 1 т руды, но низкая стоимость тонны руды может не дать низкой стоимости золота. Это может вызваться низким содержанием металла в руде, или же применяемым способом разработки. Способ разработки, дающий дешевую себестоимость тонны руды, часто имеет своим результатом высокое разубоживание ее пустой породой или же, что и у нас иногда бывает, вызывает потерю значительного количества ценной руды. Таким образом, стоимость тонны руды не является сама по себе показателем себестоимости, но ее следует учитывать наряду с характером месторождения, природой боковых пород, процентом извлечения ценной руды из месторождения и степенью разубоживания, увеличивающей стоимость доставки руды и ее обогащения.

В таблице 25 приводятся некоторые данные о стоимости тонны руды, выраженные в человеко-часах; также о расходовании взрывчатых веществ и крепи в очистных работах на золотых рудниках США.

Ряд факторов влияет на стоимость разведки, подготовительных и очистных работ, доставки и транспортировки руды и на прочие статьи, в целом составляющие общую стоимость добычи золота.

Быстрые темпы извлечения руды обычно дают наибольшую выгоду. Высокий темп производительности может быть использован для амортизации капитальных вложений в более короткий срок времени и будет иметь своим результатом низкую стоимость эксплуатации.

Факторы, определяющие политику золотого предприятия, несколько отличаются от тех, какие играют роль при добыче других цветных металлов, где эти факторы подвержены большим изменениям и где предельное содержание, выгодное для разработки, может в течение эксплуатации рудника время от времени колебаться.

Добыча золота занимает несколько отличное и особенное положение, поскольку конечный продукт — золото, имеет твердую цену и обладает относительной устойчивостью. Замечательное исключение наблюдалось в Америке во время и после мировой войны, когда вследствие увеличения цен на рабочую силу и товары покупательная способность золота упала настолько быстро, что многие золотые рудники должны были либо совершенно закрыться, либо работать без прибыли.

При рассмотрении таблицы 26 становится очевидным наличие стольких факторов, что сравнение себестоимости между различными рудниками делается нелогичным. Кроме того, различие в ведении отчетности на отдельных рудниках делает невозможным приведение стоимости к однородным показателям, нужным для сравнения. Зато из таблицы 26 видно, как и между какими пределами стоимость добычи может меняться при различных условиях залегания руды, темпов подготовительных и добавочных работ и способа эксплуатации.

Размер рудных тел, характер их залегания и расстояние между разными рудными столбами имеют заметное влияние на себестоимость подготовительных работ. Временная приостановка подготовительных работ

Таблица 25. Расход крепи, взрывчатых веществ и рабсила на тонну руды в очистных работах

Р у д н и к	Дата	Система очистных работ	Средняя суточная добыча	Человеко-часов на тонну руды	Расход взрывчатых веществ на тонну руды, в фунтах	Расход крепи на тонну руды
Аляска-Юно	1928 г.	Слоевое обрушение с магазинированием	10 000	0,086	0,340	—
Хомстэк, Южная Дакота, 6 мес.	1929 г.	Магазинирование, обрушение и квадратные оклады	4 000	0,675	0,503	4,44 куб. фут.
Аргонавт, Калифорния, 1 месяц	1929 г.	Разработка с креплением квадратными окладами	260	2,401	—	—
Элькоро, Невада	1930 г.	Магазинирование	150	1,337	1,239	0,852 лнн. фут. 1,355 куб. "
Спринг Хилл, Монтана	С 1 августа 1929 г. по 30 апреля 1930 г.	Разработка с подэтажными штреками и магазинирование	175	1,081	0,875	0,385 " "
Випонд, Онтарио, конец года 31 июля	1930 г.	Магазинирование	315	1,176	1,050	—
Тек Юв, Онтарио, 1 месяц	1929 г.	То же	900	1,517	2,100	387 куб. фут.
Лейк Шор, Онтарио	1929 г.	То же	1 400	0,668	0,830	167 " " 0,59 лнн. "

может уменьшать себестоимость добычи на некоторое время, хотя в случае продолжения это имело бы своим результатом опустошение рудных запасов и их окончательное истощение. С другой стороны, усиленная кампания по ведению подготовительных работ за счет добычных может быть причиной повышения на некоторый промежуток времени стоимости подготовительных расходов до ненормального предела. В некоторые периоды своей истории большинство золотых рудников Америки были вынуждены вести такие кампании, чтобы создать рудные запасы и продлить срок эксплуатации рудника. Конечно, очень трудно достигнуть идеального равновесия между темпами подготовительных работ и выемки руды, но нужно ставить себе целью добиться подходящего соотношения между выемкой руды, рудными запасами и финансовым положением предприятия.

Если будет допущено отставание подготовительных работ, то предприятие может оказаться без подготовительных рудных запасов и в то же время в финансовом прорыве.

Колебания стоимости подготовительных работ вызываются преимущественно различиями в типах залегания руды и в размерах рудных тел, а в некоторых случаях могут быть приписаны состоянию рудника в смысле его рудных запасов.

Стоимость очистных работ зависит, главным образом, от размера и падения рудных тел, крепости и твердости руды и боковых пород, которые в свою очередь определяют — какой способ очистных работ должен быть применен. В тех случаях, когда эти условия требуют применения очистных работ с креплением квадратными окладами, стоимость неизбежно должна быть высокой. На Материнской жиае в Калифорнии боковые породы очень неустойчивы и поддаются влиянию атмосферы, что вынуждает немедленно ставить тяжелую крепь вслед за выемкой даже небольшого количества руды.

С другой стороны, мы наблюдали низкую себестоимость очистных работ на рудниках Аляска-Жюно, где ведется сплошная добыча путем принудительного обрушения крупных блоков.

Там, где необходимо отсортировать много пустой породы в забое, себестоимость руды сильно увеличивается. С другой стороны, стоимость тонны выработанной руды может быть понижена, если допустить разубоживание руды боковой породы в значительном количестве. Но это понижает содержание металла в руде и увеличивает стоимость золота. Никогда не надо забывать, что даже при высокой стоимости очистных работ скорее может быть достигнута меньшая стоимость грамма золота, чем при низкой стоимости тонны руды — при условии одинакового содержания металла в руде в обоих случаях.

При очистных работах с магазинированием темпы отбойки могут или значительно опережать или отставать от темпов выдачи и подъема руды и, таким образом, соответственно увеличивать или понижать стоимость тонны выданной руды по сравнению со средней ее стоимостью.

Таблица 26. Стоимость подъемных работ на некоторых золотых рудниках в США

Рудник	Дата	Способ очистных работ	Подготовительная и разведочная работа (в долл.)	Очистные работы (в долл.)	Откатка и подъем (в долл. ларгах)	Общее	Всего
Аляска-Жюно	1928 г.	Слоевое обрушение с магазинированием	0,0611	0,219	0,1136	—	0,2966
	1930 г.	Слоевое обрушение с магазинированием	—	—	—	—	0,2869
Хомстек, Южная Дакота	1929 г.	Магазинирование, обрушение и квадратные оклады	0,1299	1,1428	0,3201	0,3201	1,7839
	1930 г.	Обрушение, много магазинирования и квадратные оклады	0,1808	1,4537	0,4776	0,2136	2,3257
Аргонавт, Калифорния	1 месяц 1929 г.	Квадратные оклады	0,165	2,439	0,519	0,868	3,991
Эльборо, Невада	1930 г.	Магазинирование и кат-энд-филл	1,298	1,610	0,416	0,701	4,025
Юнайтед-Истерн, Аризона	С января 1917 г. по май 1925 г.	Кат-энд-филл	0,518	3,073	0,275	0,537	4,403
Спринг Хилл, Монтана	С 1 августа 1929 г. по 1 августа 1930 г.	Разработка с подэтажными штреками и магазинирование	0,377	1,072	0,131	0,365	1,945
Холланджер, Онтарио	1930 г.	Магазинирование и кат-энд-филл	—	—	—	—	2,983
Мак Интайр, Онтарио	Год закончен 31 марта 1931 г.	Магазинирование и кат-энд-филл	0,4239	1,4349	0,8335	0,0231	3,2154
Виплод, Онтарио	Год закончен 31 июля 1930 г.	Магазинирование	0,738	1,275	0,629	0,148	2,78
Лейк-Шор, Онтарио	Год закончен 30 июня 1930 г.	Магазинирование и кат-энд-филл	1,403	2,448	—	—	3,851
Тек-Юв, Онтарио	Год закончен 31 августа 1931 г.	Магазинирование	1,18	2,42	—	—	3,60
Славаниг, Онтарио	Октябрь, ноябрь и декабрь 1930 г.	Магазинирование и открытые забой с распорной крепью	1,229	2,318	0,641	0,397	4,585
Дом, Онтарио	9 мес. 1929 г.	Магазинирование	1,34	1,47	—	—	2,81
Райт Харгривс, Онтарио	1930 г.	Магазинирование и открытые забой с распорной крепью	1,072	1,926	1,23	—	4,021
Клоланд-Лейк-Голд, Онтарио	1 месяц 1929 г.	Магазинирование	2,87	1,62	1,61	0,66	6,76
Биг Индиан, Монтана	1930 г.	Открытые работы	—	—	—	—	2,08

Таблица 27. Данные о расходе рабсилы, материалов и энергии в подземных работах на некоторых золотых рудниках в США и Канаде

Рудник	Дата	Система очистных работ	Расход рабсилы, материала и энергии на тонну руды					
			Человеко-часы		Материалы и энергия			
			Подготовительные работы	Очистные работы	Всего подземная рабочая сила	Выводимые вещества в фунт.	Крепы в куб. фут.	Энергия кВт час.
Аляска-Жюно	1928 г.	Слоевое обрушение с магазинированием	0,030	0,065	0,159	0,400	—	1,61
Хомстэк, Южная Дакота	6 мес. 1929 г.	Магазинирование, обрушение и квадратные оклады	0,048	0,086	0,266	0,753	4,87	10,00
Аргонавт, Калифорния	1 месяц 1929 г.	Разработка с крепленными окладами и закладкой	0,0489	2,401	4,168	1,010	0,705	33,08
Эвкоро, Невада	1930 г.	Магазинирование и отчасти кат-энд-филл	0,0296	1,373	3,299	2,229	0,99	10,92
Спринг Хилл, Монтана	С 1 августа 1929 г. по 30 апреля 1930 г.	Разработка с крепленными штреками и магазинирование	0,250	1,081	1,904	1,262	0,385	10,43
Центр. Эврика, Калифорния	Сентябрь 1930 г.	Разработка с креплением, квадратными окладами и закладкой	—	—	4,538	1,010	15,78	86,00
Киркленд-Лейк, Онтарио Рудник № 1	1929 г.	Магазинирование	0,154	1,312	2,480	1,750	3,52	19,56
Рудник № 2	1929 г.	Магазинирование и кат-энд-филл	0,845	0,668	1,858	1,683	1,67	—
Рудник № 3	1829 г.	Магазинирование и открытые забой с распорной крепью	—	—	3,359	2,860	2,56	—
Киркленд-Лейк-Голд	Июнь 1930 г.	Магазинирование	0,260	1,45	6,83	4,770	4,23	84,15
Випони, Онтарио	Год закончен	Магазинирование	0,424	1,176	2,826	1,78	0,42	28,00
Поркюпай, Онтарио	31 июля 1930 г.	Магазинирование и кат-энд-филл	0,320	1,630	2,700	1,277	1,39	20,81

Темпы добычи в меньшей степени оказывают влияние на себестоимость подготовительных и очистных работ и в большей степени на стоимость откатки и подъема. Отражаются они преимущественно на основных накладных расходах, падающих на тонну руды. В таблице 26, в графе под названием «общее», т. е. общие расходы, включены данные по расходам на содержание аппарата и управления, а также по стоимости водоотлива, съемки, опробования, определения содержания металла в руде, различных материалов.

Данные в таблице 26 не так подробны, как это было бы желательно: некоторые предприятия хранят в секрете количество своих запасов и не публикуют данных о себестоимости. Тем не менее, приведенные цифры дают общее представление о себестоимости горных работ на тонну руды на многих работающих золотых рудниках США и Канады.

За исключением данных о руднике Юнайтед-Истерн цифры охватывают сравнительно короткие периоды времени и могут содержать иногда необычайные затраты на разведочные и на подготовительные работы или же на такие работы, во время которых темпы отбойки и темпы выдачи руды были существенно различны. Данные по руднику Юнайтед-Истерн имеют исключительный интерес в том отношении, что они охватывают весь период существования рудника.

Таблица 27 приводит некоторые данные о стоимости горных работ в единицах расходования рабсилы, материалов и энергии.

Материалы эти очень для нас интересны, особенно если сопоставить их с данными второго тома по нашей советской золотопромышленности.

Ясно, что нам еще предстоит поработать в отношении снижения стоимости горных работ и использования всех наших ресурсов. Хотя по количеству добываемого металла мы и перегнали Америку, но по качественным показателям мы стоим ниже многих американских предприятий и ниже образцовых предприятий нашей советской тяжелой промышленности.

На этот участок наша партия и т. Орджоникидзе обращают особое внимание, и мы должны этот отстающий участок подтянуть.

ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ

Наиболее употребительные машины, применяемые в США для дробления и измельчения золотых руд

Для наших фабрик и заводов СССР все еще нужно много оборудования по извлечению золота. Дело это не легкое.

Машины для механической обработки золотых руд отличаются большим разнообразием и многочисленностью конструкций, а производство их является одной из наиболее богатых отраслей горнозаводского машиностроения США.

Дать более или менее полное описание этих машин и обогатительной аппаратуры не представляется возможным; могу привести только самые краткие сведения о наиболее употребительных в американской практике машинах для обработки золотых руд. Описание их произведено по отдельным операциям: сначала описываются дробилки, затем мельницы, грохота и, наконец, аппараты по обработке эфелей и илов. В качестве материалов использованы американские источники, а также труды «Механобра».

Более подробно машины эти описаны в моей работе «Оборудование цветной металлопромышленности».

Прежде всего рассмотрим, каким образом производится дробление руды на фабриках США.

Дробление есть подготовительная операция к обогащению, но вместе с тем оно является одним из основных приемов механической рудной обработки. От правильного решения вопроса об измельчении руды нередко зависит качественный успех всех дальнейших операций. Кроме того, стоимость дробления обычно составляет одну из главных статей расхода по механической обработке руды, колеблясь в пределах 25—40% от общей стоимости обработки. Правильный выбор схемы дробления и соответствующих дробильных аппаратов является важной и трудной задачей.

Принцип действия дробилок, применяемых в настоящее время для измельчения рудных ископаемых, основан на раздавливании, путем давления и удара, а также на комбинированном действии давления, удара и истирания.

В Америке различают дробление крупное (> 100 мм), среднее (120—25 мм), мелкое (50—5 мм) и тонкое (< 10 мм), сухое и мокрое. Главным

образом в соответствии с этим и качеством измельчаемой руды и конструируются дробильные аппараты.

Обычно в употреблении на американских фабриках мы видим следующие типы машин¹.

Таблица 28

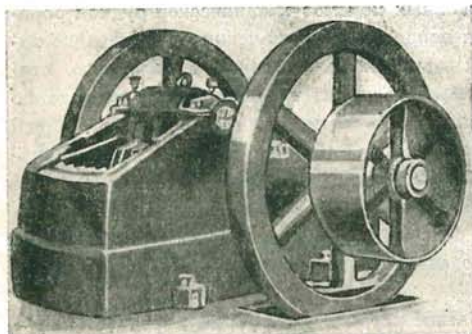
Наименование машин	Куски за-гружаемой руды в дюймах	Дробленый продукт в дюймах
Щековые дробилки	64	2
Жирационные дробилки	52	2
Редукционные "	8	$\frac{3}{4}$
Дисковые "	$4\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$
Валки	3—4	10 меш.
Стержневые мельницы	1	10—35 меш.
Шаровые "	$\frac{3}{4}$ —3	65—200 "
Галечные "	$\frac{1}{2}$	65—300 "

Для крупного дробления применяются почти исключительно щековые и жирационные дробилки. Для этих же операций можно употреблять редукционные дробилки Symons'a. В некоторых установках для крупного измельчения употребляются дробильные валки со специальной конструкцией бандажей.

В Америке очень большое распространение имеют щековые дробилки типа Blake (Блэк). Используются они для очень крупного дробления, а также и для крупного, при небольших степенях измельчения (фиг. 110).

Щековая дробилка Блэка работает по принципу раздавливания путем прерывного нажатия, что достигается качанием ее подвижной щеки. Дви-

¹ Согласно классификации Института механической обработки полезных ископаемых.



Фиг. 110.
Дробилка Блэка. Наружный вид.

жения передаются от приводного вала при помощи эксцентриковой тяги рычагов. Равновесие системы и возвратное движение подвижной щеки обуславливаются пружиной. Степень измельчения регулируется клиньями и болтами и колеблется примерно в пределах 2—5-кратного (фиг. 111).

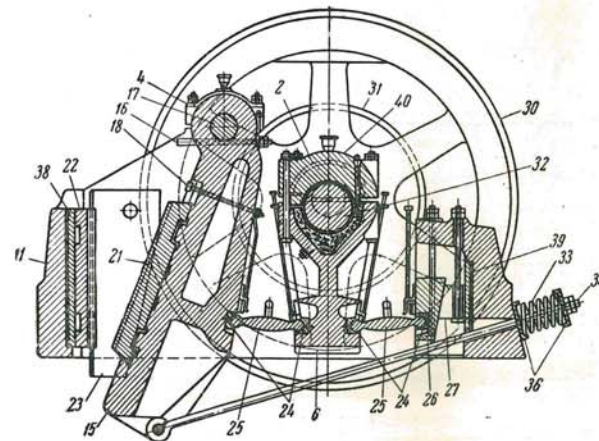
Подвижная щека подвешена на верхнем шарнире

Ответственными частями дробилки Блэка являются: рабочие съемные плиты (21, 22) гладкие и ребристые, изготовленные из закаленного чугуна литой или марганцовистой стали, режы из хромистой стали; тело щек (11, 15), тяги, рычаги и валы (6, 24, 25) — из стали, а в наиболее крупных дробилках даже из никелевой стали.

Корпус дробилок большей частью отливается из чугуна, хотя некоторые фирмы готовят его из литой стали.

Таблица 29

Размер части В" × L"	Потребная мощность в лошадиных силах	Производительность в тоннах на слух-час.	Вес в кг	Стоимость в коп. за кг				Примечание
				Франко-завод	Укупорка	Помогая, фракт, горг. расходы	Сиф. порт СССР	
15 × 9	10,0	0,66	5 500	44,0	4,0	12,0	60,0	Цены за дробилки с литьем из закаленного чугуна
20 × 10	15,0	0,81	7 000	44,0	4,0	12,0	60,0	
30 × 18	40,0	0,87	20 000	43,0	4,0	11,0	58,0	
36 × 24	75,0	1,04	39 000	42,0	4,0	9,0	55,0	
42 × 40	125,0	1,43	62 000	40,0	4,0	8,0	52,0	



Фиг. 111.
Дробилка Блэка в разрезе.

В крупных дробилках основная рама делается составной из отдельных стальных отливок.

Размеры дробилок Блэка характеризуются величиной загрузочного отверстия ($B \times L$). Основные данные по каталогу Allis Chalmers Manuf. Co. приведены ниже.

Средняя стоимость измельчения 1 тонны руды на дробилках для США¹:

небольшие машины	8—10 центов
крупные	2—3 цента

Наибольший размер дробилок Блэка — 84×60 дюймов; вес такого аппарата — около 250 т.

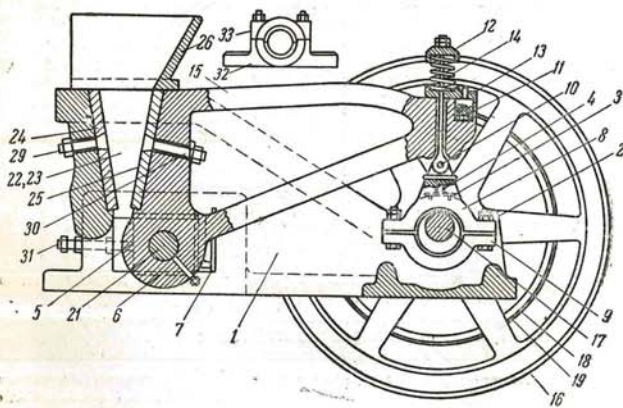
Следующим по распространению типом щековых дробилок являются дробилки Доджа, подвижная щека которых подвешена на нижнем шарнире (фиг. 112).

В дробилках Доджа получается более равномерное измельчение руды, но с большим, чем у дробилок Блэка, пылеобразованием.

¹ См. А. Ф. Taggart: «Handbook of Ore Dressing», New-York, 1928.

Таблица 30

Размер па- сти $B'' \times L''$	Потребная мощность в лошади- ных силах	Производи- тельность в тоннах на силу-час	В е с в кг	Стоимость в копейках за кг	Примечание
4×6	3	0,17	500	75	Цены франко-завод по данным фирмы Allis Chal- mers Manuf. Co
7×4	6	0,4	1 500	66	
7×9	6	0,4	1 520	68	
8×12	10	0,5	2 680	—	
11×15	15	0,5	6 100	—	



Фиг. 112.
Дробилка
Доджа.

Дробилки эти применяются как для крупного, так и для среднего дробления.

Фирма Allis Chalmers Manuf. Co. готовит 5 номеров дробилок Доджа нижеследующих размеров.

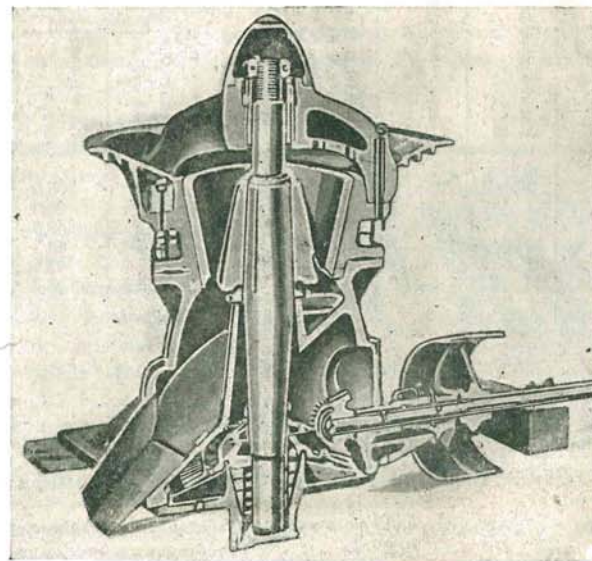
Дробилки Доджа имеют корпус из чугуна, рабочие части из стали, закаленного чугуна и марганцовистой стали. Износ рабочих частей больший, чем у дробилок Блэка.

Жирационные или конические дробилки получили в США наиболее широкое распространение для крупного дробления. Принцип действия дробилок — раздавливание путем прерывного нажатия, которое происходит между подвижным и неподвижным конусами (фиг. 113).

Подвижный конус во время движения описывает коническую поверхность вокруг оси аппарата с вершиной в точке подвеса вала. Достигается это посредством применения нижнего эксцентрикового подшипника вала. Вращение аппарату передается при помощи шкива, вала и двух конических шестерен. Степень измельчения в этих машинах регулируется особой гайкой.

Вследствие непрерывного действия жирационные машины имеют очень плавный ход, чем выгодно отличаются от щековых дробилок. Они могут устанавливаться на деревянных балках и не требуют каменного фундамента.

Производительность и степень измельчения у конических дробилок выше, чем у щековых, пылеобразование — меньше.



Фиг. 113.
Дробилка Gates.

Существует три типа жирационных дробилок: с подвесным валом на горизонтальной кольцевой цапфе, с валом на нижней опоре и с закрепленным валом.

Наибольшим применением из них пользуются дробилки с подвесным валом, системы Gates или M-c Cully.

У дробилки этого типа корпус, загрузная воронка и основная плита отливаются из чугуна.

Крестовина в небольших аппаратах делается чугушной, в больших — стального литья.

Вертикальный вал готовится из специальных сортов стали; для самых больших номеров дробилок валы изготавливаются из никелевой стали.

Нижний подшипник — из желтой латуни, бронзы или стали. Шестерни — из углеродистой стали.

Съемные плиты рабочих конусов изготавливаются цельные и разъемные, гладкие или рифленые, по большей части из специальных сортов стали, главным образом марганцовистой.

Размер жирационных дробилок определяется шириной и длиной загрузочного кольцевого пространства.

Дробилки Gates по каталогу Allis Chalmers Manufacturing Co изготавливаются следующих размеров.

Таблица 31

№ №	Размер дробилок В" × L"	Потребная мощность в л. с.	Производительность в т на 1 л. с./час	Вес в кг	Стоимость в копейках за кг				
					Франко-завод		Укупорка	Пошлины, фракт, торговые расходы	Сиф порт СССР
				Из закаленного чугуна	Из марган. стали				
0	4 × 15	2—4	0,2	1900	100,0	103,0	—	—	—
1	5 × 18	4—5	0,75—1,0	2850	77,2	84,0	4,0	22,0	110,0
2	5 × 24	6—9	1,0	4130	62,5	69,0	—	—	—
5	10 × 38	22—30	2,0	15 000	45,0	49,5	4,0	19,5	67,0
9	21 × 76	100—150	2,2	70 000	37,0	42,5	4,0	11,5	58,0
24	48 × 125	—	—	240 000	33,0	38,0	—	—	—

Дробилки M-c Cully того же завода изготавливаются следующих размеров (табл. 32).

Самая большая из установленных в Америке конических дробилок имеет ширину зева 135 см.

Изнашивание съемных плит конусов на 1 т измельченной руды:

0,017 кг с учетом сработанного материала,
0,059 кг " сработанных плит.

В дробилках с закрепленным валом системы Telsmith коническая поверхность около оси аппарата получается благодаря эксцентричной втулке, на которую надет рабочий подвижной конус. Куски руды раздробляются путем нажима этого подвижного конуса на внешнюю втулку аппарата.

Жирационные дробилки с неподвижным валом работают с некоторым истирающим действием, почему и рекомендуются для более вязких руд. Такой системы конические дробилки являются самой компактной машиной из всей этой группы, в особенности с корпусом из стального литья.

Таблица 32

№ №	Размер дробилок В" × L"	Расход мощности в лошад. силах	Производительность в т на 1 л. с./час	Вес в кг	Стоимость в копейках за кг ¹			
					Франко-завод	Укупорка	Пошлины, фракт, торговые расходы	Сиф порт СССР
8	8 × 34	20,0	1,8	9 000	45,0	4,0	12,0	61,0
10	10 × 40	30,0	2,0	12 300	45,0	4,0	12,0	61,0
13	13 × 45	50,0	2,0	20 000	40,0	4,0	11,0	55,0
16	16 × 56	90,0	2,0	28 200	40,0	4,0	11,0	55,0
20	20 × 68	125,0	2,2	43 600	37,0	4,0	10,0	51,0
30	40 × 90	175,0	2,8	73 000	36,0	4,0	10,0	50,0
42	42 × 132	275,0	4,0	138 000	33,0	—	—	—
50	50 × 162	300	4,0	236 000	33,0	—	—	—

Стоимость дробления 1 т руды на жирационных дробилках обходится около 8 центов для мелких аппаратов и 3 центов для крупных машин².

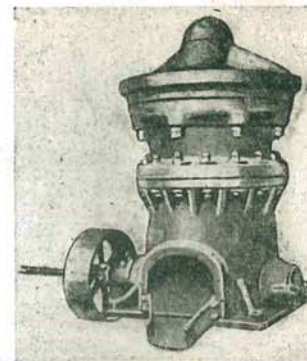
Жирационные дробилки вообще дороже, чем щековые, но за ними имеется целый ряд отмеченных выше конструктивных преимуществ, почему они и получают в обогащательной практике Америки все большее распространение.

Основная группа машин, применяемых в обогащательном деле для среднего измельчения, — это дробильные валки, а также горизонтальные дисковые и редукционные (конические) дробилки Symons'a.

Дробильные валки являются самым распространенным аппаратом для среднего измельчения. Принцип действия валков —

¹ С рабочими частями из марганцовистой стали дороже для мелких размеров на 10%, для крупных — на 15%.

² По данным Института механической обработки полезных ископаемых.



Фиг. 114.
Дробилка M-c Cully.

раздавливание путем непрерывного нажатия, которое происходит между двумя вращающимися друг к другу навстречу параллельными горизонтальными валками.

Существуют два основных типа этих машин: с неподвижно установленными валками и с валками, один из которых (а иногда и два) вращается в подвижных подшипниках.

Первая конструкция менее надежна, чем вторая, и на практике применяется реже.

Вращение валкам передается через шкивы ременным приводом. Иногда передача производится на один валок, а второй работает через зубчатые шестерни, или же сразу на оба валка; последнее встречается чаще. В валках некоторых конструкций с нормальной окружной скоростью шкив на валу с подвижным подшипником делается меньшего размера и вращается только на холостом ходу, во время же работы движение валков происходит в силу трения. Этим частично улучшается надзор за аппаратом.

Наиболее распространены в США дробильные валки фирмы Allis Chalmers Manufacturing Co (фиг. 115).

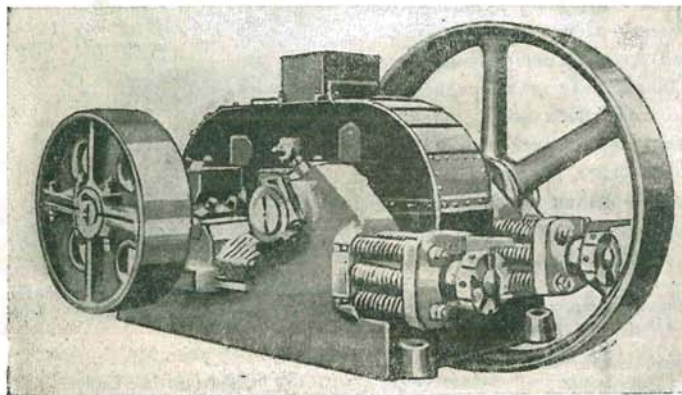
Степень измельчения в дробильных валках регулируется болтами, пружинами и набором соответствующих металлических пластин. Это же устройство является предохранительным против поломки машин. В некоторых конструкциях валков установка подшипников производится специальными болтами с пружинами.

Станина валков обычно отливается из чугуна, хотя имеются конструкции с клепаными железными рамами.

Кожух валков и загрузная воронка делаются из тяжелого листового железа или же из специальных сортов стали.

Валы почти всегда стальные, кованные.

Тело валков (внутренняя недробящая часть) отливается из серого чугуна и насаживается на вал в горячем состоянии. Рабочие бандажи при-



Фиг. 115.
Дробильные валки.

готавливаются из закаленного чугуна, ковальной углеродистой стали, или из специальных сортов стали, преимущественно марганцевистой.

Работа дробильных валков характеризуется очень равномерным измельчением руды. Однако быстрый и неодинаковый износ бандажей часто нарушает правильность работы аппарата. Для устранения этого недостатка рекомендуется следить за правильным центрированием валков и равномерным (по длине валка) питанием их.

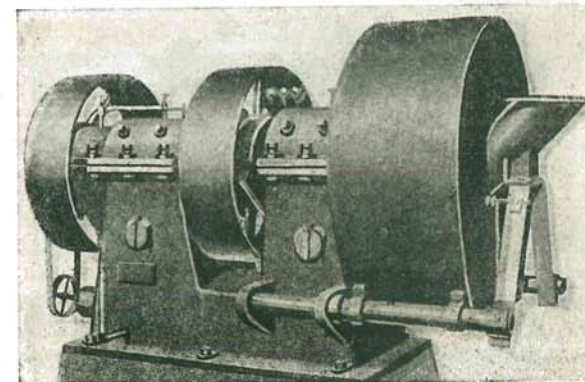
В некоторых конструкциях для одновременного подтягивания подшипников устраивают цепную или червячную передачу. Для равномерного износа бандажей им иногда дают автоматическое продольное перемещение попеременно в обе стороны.

Размеры дробильных валков определяются диаметром и длиной валка и указаны в таблице, взятой из каталога Allis Chalmers Manufacturing Co.

Таблица 33

Размер В" × L"	Потребная мощность в л. с.	Производит. т на 1 л. с./час	Вес в кг	Стоимость в коп. за кг				Примечание
				Франко-завод	Укупорка	Фракт, пошл.-на, торговые расходы	Сиф порт СССР	
24 × 14	11	1,2	6 400	58,0	2,0	15,0	75,0	Рабочие части из закаленного чугуна, с бандажами из марганцевой стали на 10—15% дороже.
30 × 14	15	1,2	8 300	58,0	3,5	15,5	77,0	
35 × 16	18	1,2	11 100	56,0	5,0	15,0	76,0	
42 × 16	20	1,2	17 700	51,0	4,0	14,0	69,0	

Стоимость измельчения 1 т руды на дробильных валках составляет около 7 центов для мелких аппаратов и 5 центов для крупных машин (по Taggart'у для США). Кроме валков с гладкой поверхностью бандажей,



Фиг. 116.
Дробилка Simon's'a.
Наружный вид.

в обогатительном деле применяются также валки рифленые, зубчатые и бугорчатые.

В США очень распространена горизонтальная дисковая дробилка Symons'a, конструктивно более сложная, чем дробильные валки. Принцип действия этой дробилки — раздавливание путем непрерывного нажатия, связанное с некоторым истирающим действием; на фиг. 116 изображен наружный вид этой дробилки. Та же дробилка Symons'a, но в разрезе, представлена на фиг. 117.

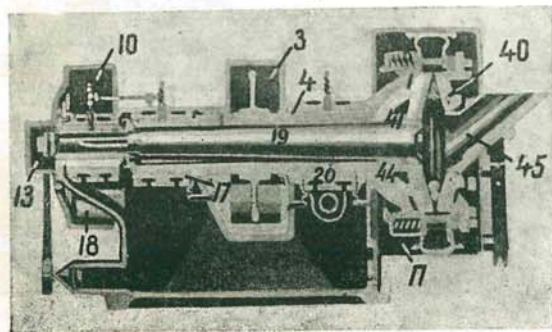
Измельчение руды происходит между двумя дисками (40, 41). Наружный диск закреплен на пустотелом валу (20), вращающемся в двух подшипниках. Второй диск, внутренний (41), укреплен на цельном, суживающемся на конце валу (19), передний конец которого закреплен в полусферическом закрытом подшипнике (44), а задний вращается в наружном эксцентричном подшипнике (10). При вращении внутренний вал (19) описывает около горизонтальной оси аппарата коническую поверхность и попеременно сближает и удаляет отдельные участки поверхности конусов, производя таким образом раздавливание руды.

Скорость вращения внутреннего диска в 2—2,5 раза больше скорости наружного; степень измельчения в дисковых дробилках регулируется гайкой. Для предохранения от поломки поставлены специальные контрольные пружины.

Ответственными частями дисковых дробилок являются сменные рабочие щеки дисков, изготавливаемые исключительно из марганцовистой стали.

Размеры аппарата Symons'a характеризуются диаметром дисков (D) и видны из таблицы 34.

Кроме горизонтальных дробилок Symons'a, употребляются также и конические и редукционные дробилки той же фирмы Symons Br. Co; согласно данным их каталога, машины эти отличаются, не имевшей до сего времени на практике места, степенью измельчения. Кроме того, редукционные дробилки характеризуются компактностью и большой производительностью, хотя последняя и недостаточно еще установлена практикой:



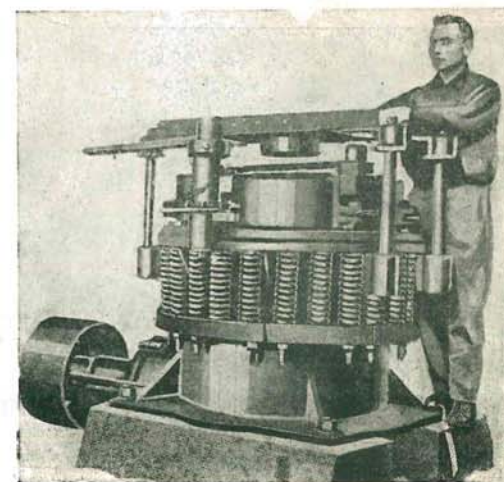
Фиг. 117.
Горизонтальная дисковая дробилка Symons'a.

на фиг. 118 представлен наружный вид конической дробилки Symons'a. Внутреннее расположение механизма показано в разрезе на фиг. 119.

Таблица 34

Размер в дюймах	Потребная мощность в л. с.	Производительность в т на 1 л. с./час	Вес в кг	Стоимость в копейках за кг		
				Фрайко-завод	Пошлина, укупорка, фрахт	Сиф порт СССР
18	12—18	0,5—0,7	2 500	115	40	155
24	18—25	0,8—1,0	4 200	113	40	153
36	30—40	1,0	10 700	—	—	—
48	50—65	1,0	17 700	—	—	—

Принцип действия этих дробилок — раздавливание непрерывным нажатием. Вертикальный вал (7), на котором насажен рабочий конус (13), закреплен эксцентрично в шариковом подшипнике. Верхний конец вала свободный и на нем привинчена круглая распределительная плита для руды (10). Движение вала передается шкивом (16), валом и шестернями (8). При вращении рабочая часть описывает вокруг оси аппарата коническую поверхность. Неподвижная дробящая часть аппарата (1), имеющая форму усеченного конуса, укреплена на раме (3) и соединяется с кожухом (5) при помощи винтовой нарезки (2) и болтов (4) с пружинами (14). Назначение последних — предохранять аппарат от поломок.



Фиг. 118.
Коническая дробилка Symons'a. Наружный вид.

Степень измельчения в редукционных дробилках регулируется ввинчиванием и вывинчиванием рамы неподвижного конуса, которые производятся при помощи цепи (11) и двух храповичков. Съемные плиты конусов готовятся из марганцовистой стали, корпус дробилки — из литой стали.

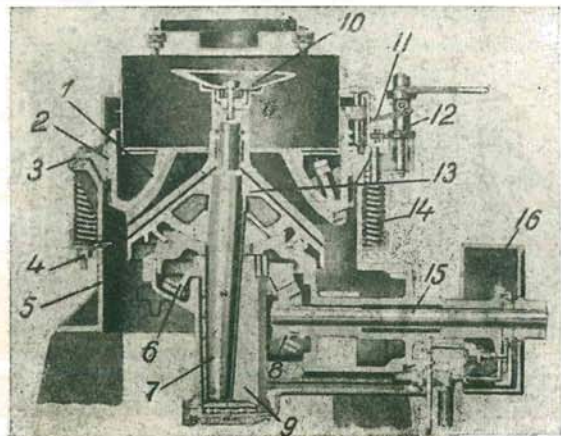
Если редукционные дробилки Symons'a оправдают себя на практике, то они должны будут получить очень широкое применение в обогащательном деле.

Для мелкого дробления золотых руд применяются дробильные валки, чилийские мельницы (в роде наших бегунов) и толчеи. Конструкция валков для тонкого измельчения ничем не отличается от описанных выше валков для дробления. Толчеи и чилийские мельницы имеют в Америке весьма небольшое распространение, конструкция их общеизвестна, и на них долго останавливаться не следует.

Тонкое измельчение золотых руд производится преимущественно на шаровых, стержневых и галечных мельницах. Принцип действия их основан на измельчении руды путем давления, удара и истирания, которое происходит при перекатывании металлических шаров или стержней или, наконец, минеральной гальки в цилиндрических или конических барабанах, вращающихся на горизонтальной оси (фиг. 118).

По форме барабана все указанные машины делятся на три группы: цилиндрические, конические и трубные мельницы.

Первая группа цилиндрических аппаратов применяется для более грубого измельчения. Различаются они главным образом по деталям конструкции и способу загрузки и разгрузки продуктов дробления. Наиболее распространенными являются шаровые мельницы. Они конструируются с разгрузкой через пустотелую цапфу (мельницы с центральной разгрузкой), через днище (мельницы с разгрузкой через решетку) и через боковую по-



Фиг. 119.
Коническая дробилка
Symons'a.

верхность (мельницы с периферической разгрузкой через сито). Концевая или центральная разгрузка является наиболее распространенной в современных шаровых мельницах.

Решетка и плита служат для удержания шаров от попадания в цапфу. Днище мельниц отливается из чугуна и стали. Отливки обычно делаются ребристыми. Облицовочные плиты и колосники приготовлены из стального литья.

Питание шаровых мельниц производится при помощи приборов, называемых улитками.

На фиг. 121 и 122 помещены два типа питателей для шаровых мельниц Allis Chalmers'a, при изготовлении которых наблюдается большое разнообразие конструкций. Выполняются улитки из тяжелого листового железа или листовой стали.

Цилиндрическая часть корпуса шаровых мельниц с концевой разгрузкой состоит из кожуха и внутренней футеровки.

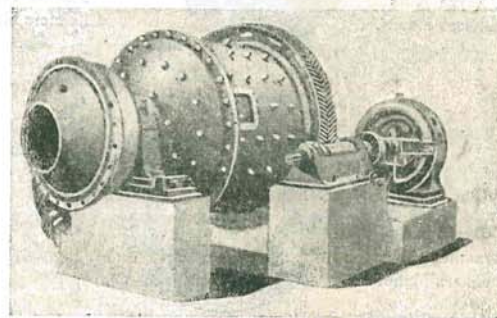
Кожух в большинстве случаев отливается из простого и сталистого чугуна или из стали. В крупных мельницах он состоит из нескольких частей; в аппаратах более мелких — из двух половин, соединенных по середине.

Скрепление отдельных частей кожуха между собой, а также с футеровкой достигается при помощи болтов.

Футеровка состоит из отдельных сегментов. Материал для сегментов — закаленный и сталистый чугун, хромистая и марганцовистая сталь. Форма и способ соединения сегментов видны на фиг. 123.

Вращение мельниц производится или от ременной и зубчатой передачи или от индивидуальных моторов через фрикционную муфту и шевронную передачу.

Употребляемые в мельницах металлические шары имеют форму круглую, гладкую и бугорчатую, кубическую, ромбическую или, наконец, форму коротких цилиндров. Обычно употребляются шары диаметром от 5 до 15 см.



Фиг. 120.
Шаровая мельница Allis
Chalmers Manuf. Co.

Материал для изготовления шаров — сильно углеродистая, хромистая и марганцовистая сталь. Употребляют и простые шары.

Размер шаровых мельниц определяется диаметром и длиной рабочего цилиндра. Мельницы с концевой разгрузкой обычно изготавливаются с диаметром от 10,9 до 2,4 и длиной от 0,6 до 2,4 м.

Шаровая мельница фирмы Allis Chalmers Manuf. Co, представленная на фиг. 124, обычно изготавливается нижеследующих размеров (табл. 36).

Вес шаровой загрузки меняется в зависимости от размера или номера машины:

№№ мельниц	32	43	54	64 ^{1/2}	75	86
Вес шаров в кг	454	1100	2300	4100	8200	12800

Цена шаров из хромистой стали — 90 центов за 1 кг.

Износ шаров и футеровки в килограммах на тонну измельченной руды Механобр определяет следующим образом (табл. 35, стр. 243).

Срок службы футеровки из марганцовистой стали толщиной 7,5 и 12,5 см по этим же данным от 7 до 9 месяцев, а из закаленного чугуна — от 5 до 6 месяцев.

Стоимость измельчения 1 т руды в шаровых мельницах по тем же данным определяется в 30—45 центов.

Мельницы с периферической разгрузкой применяются в США реже, чем с концевой разгрузкой. В Германии они в большем употреблении, особенно удачно их строит завод Фр. Крупп.

Фиг. 121.

Улитка Allis
Chalmers Manuf.
Co.



Фиг. 122.

Улитка Allis
Chalmers Manuf.
Co.



Фиг. 123.

Футеровка
мельниц Allis
Chalmers Manuf.
Co.

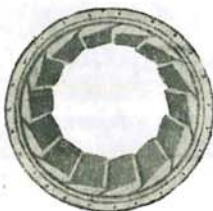


Таблица 35

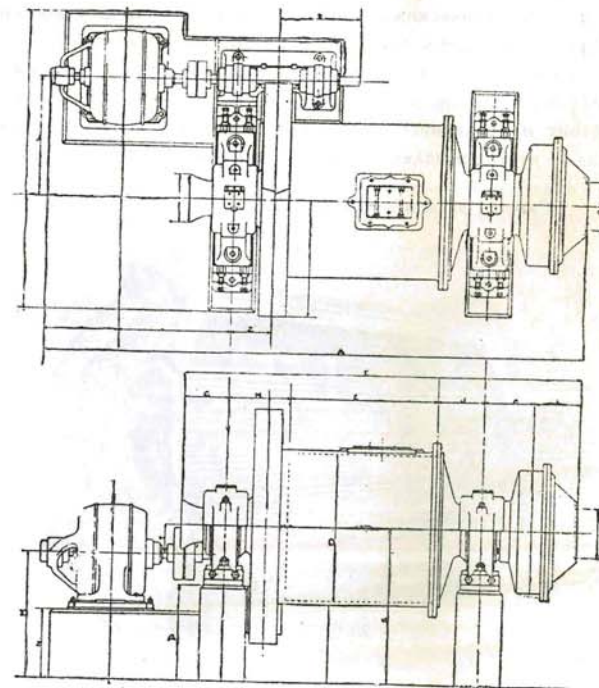
Части машины	Износ материала на 1 т руды в кг					
	Чугун	Закаленный чугун	Сталист. чугун	Сталь углеродист.	Марганц. сталь	Хромист. сталь
Футеровка	—	0,28 — 0,36	0,57	—	—	—
Шары	1,0	—	—	0,7 — 0,8	0,9	0,5

Дробление в немецких шаровых мельницах производится сухим и мокрым способом.

В первом случае измельченный материал высасывается эксгаустером, во втором отводится по сифонной трубке.

Загрузка мельниц производится через воронки и пустотелые цапфы, а вращение от ременного привода — через зубчатую передачу.

Наибольшим применением эти мельницы пользуются в цементной, химической и металлургической промышленности для измельчения портланд-цемента, колчеданов, шлаков, штейнов и т. п.



Фиг. 124.

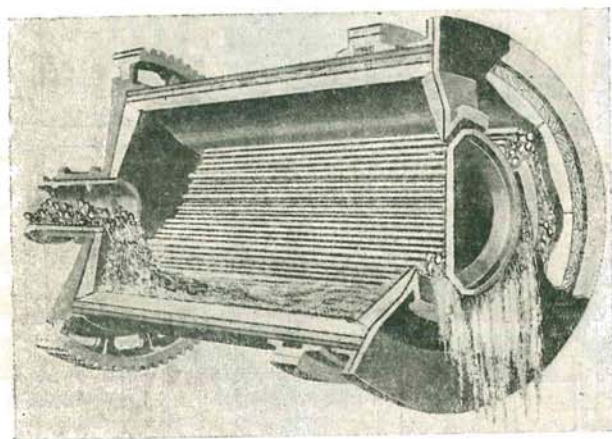
Шаровая мельница
Allis Chalmers
Manuf. Co.

Размеры ¹		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
Диаметр	Длина											
4-0	3-0	13-3 1/2	3-1	5-1 1/4	4-0	3-1	9-6 1/4	14 1/2	20 1/2	15	15 1/8	12 1/8
4-0	4-0	14-5 1/4	3-1	5-1 1/4	4-0	4-1	10-6 1/4	14 1/2	20 1/2	15	15 1/8	12 1/8
4-0	5-0	15-5 1/4	3-1	5-1 1/4	4-0	5-1	11-6 1/4	14 1/2	20 1/2	15	15 1/8	12 1/8
4-0	6-0	16-5 1/4	3-1	5-1 1/4	4-0	6-1	12-6 1/4	14 1/2	20 1/2	15	15 1/8	12 1/8
5-0	4-0	15-11 3/4	3-0	5-9 7/8	5-0	4-1 1/4	11-2 1/2	15 1/2	23 7/8	17 3/8	16 3/8	12 1/8
5-0	5-0	17-0	3-0	5-9 7/8	5-0	5-1 1/4	12-2 1/2	15 1/2	23 7/8	17 3/8	16 3/8	12 1/8
5-0	6-0	18-0	3-0	5-9 7/8	5-0	6-1 1/4	13-2 1/2	15 1/2	23 7/8	17 3/8	16 3/8	12 1/8
6-0	4-0	17-3 1/2	3-2	6-6	6-0	4-1 1/8	12-8 3/4	18 1/2	2-3 1/4	20 3/8	20 3/8	17 1/8
6-0	5-0	18-3 1/2	3-2	6-6	6-0	5-1 1/8	13-8 3/4	18 1/2	2-3 1/4	20 3/8	20 3/8	17 1/8
6-0	6-0	19-5 1/2	3-2	6-7	6-0	6-1 1/8	14-8 3/4	18 1/2	2-3 1/4	20 3/8	20 3/8	17 1/8
7-0	5-0	19-5 7/8	3-4	8-1 3/4	7-0	5-1	14-4 1/2	20 1/4	2-5 1/4	23 1/4	21 5/8	17 1/8
7-0	6-0	20-9 1/4	3-4	8-1 3/4	7-0	6-1	15-4 1/2	20 1/4	2-5 1/4	23 1/4	21 5/8	17 1/8
8-0	5-0	20-2 1/2	3-9	9-7 1/2	8-0	5-1	15-1 1/2	22	2-8 3/8	2-2 3/8	22 5/8	17 1/8
8-0	6-0	21-2 1/4	3-9	9-7 1/2	8-0	6-1	16-1 1/2	22	2-8 3/8	2-2 3/8	22 5/8	17 1/8

Стержневые или прутковые мельницы отличаются от шаровых применением металлических стержней вместо шаров, а также некоторыми конструктивными деталями (фиг. 125).

Кожух корпуса этих мельниц изготавливается из листовой стали. Днища, обычно ребристые, отливаются из сталитого чугуна. Внутренняя футеровка состоит из отдельных сегментов, имеющих волнистую поверхность; материал — чугун, закаленный чугун, марганцовистая или хромистая сталь.

¹ Размеры даны в футах и дюймах.



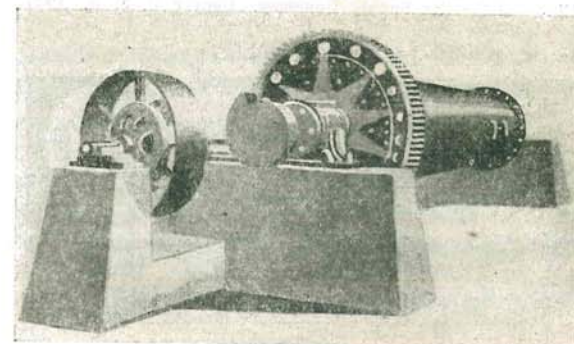
Фиг. 125.
Разрез прутковой мельницы Marcy.

M	N	O	P	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	Радиус пигг.
3-5 1/2	22 1/2	15 1/2	2-7 1/2	2-2 1/2	4-3	9 1/2	3-2 3/8	16	3-3 1/4	23 5/8	3-0 1/8	13 3/8	36
3-5 1/2	22 1/2	15 1/2	2-7 1/2	2-2 1/2	4-3	9 1/2	3-2 3/8	16	3-3 1/4	24 1/2	3-1	13 3/8	36
3-5 1/2	22 1/2	15 1/2	2-7 1/2	2-2 1/2	4-3	9 1/2	3-2 3/8	16	3-3 1/4	24 1/2	3-1	13 3/8	36
3-5 1/2	22 1/2	15 1/2	2-7 1/2	2-2 1/2	4-3	9 1/2	3-2 3/8	16	3-3 1/4	24 1/2	3-1	13 3/8	36
3-8	16	15 1/2	2-8	2-6 3/8	4-4	8	3-3 5/16	17	3-4 7/8	2-4 1/8	3-8 5/8	15 5/8	36
3-8	16	15 1/2	2-8	2-6 3/8	4-4	8	3-3 5/16	17	3-4 7/8	2-3 1/2	3-9 1/2	15 5/8	36
3-8	16	15 1/2	2-8	2-6 3/8	4-4	8	3-3 5/16	17	3-4 7/8	2-3 1/2	3-9 1/2	15 5/8	36
4-3	23	20	3-3	2-9 1/2	5-2	11	4-0 7/8	18	4-2	2-3 1/2	3-9 3/4	18 1/2	46
4-3	23	20	3-3	2-9 1/2	5-2	11	4-0 7/8	18	4-2	2-3 1/2	3-9 3/4	18 1/2	46
4-3	23	20	3-3	2-9 1/2	5-2	11	4-0 7/8	18	4-2	2-4 1/2	3-10 3/4	18 1/2	46
4-11	2-6	20	3-9	3-6	5-9 1/2	10 1/2	5-3 1/2	22	5-5 3/4	2-5 1/4	4-5 3/8	21 1/8	46
4-11	2-6 1/4	20	3-9	3-6	5-9 1/2	10 1/2	5-3 1/2	22	5-5 3/4	2-5 1/2	4-7 1/2	21 1/8	46
5-9 1/4	3-13 3/4	20	4-5 3/4	3-7 1/2	6-10	12 3/4	6-3	23	6-5 1/2	2-6 7/8	4-3 7/8	24	46
5-9 1/4	3-13 3/4	20	4-5 3/4	3-7 1/2	6-10	12 3/4	6-3	23	6-5 1/2	2-6 7/8	4-3 7/8	24	46

Прокладки между кожухом и внутренней футеровкой деревянные. Стержни изготавливаются из сильно углеродистой стали, с содержанием углерода 0,8—1,0% и во всяком случае не ниже 0,6%. Загрузка стержневых мельниц производится улиткой через пустотелую цапфу; разгрузка или через пустотелую цапфу или же через открытую щель днища.

Размер стержневых мельниц фирмы Mine and Smelter Supply Co обычно такой: диаметр 0,9—1,8 м, длина 1,8—3,6 м.

Размеры мельниц фирмы Allis Chalmers Manuf. Co изменяются в следующих пределах: диаметр 0,3—2,1 м, длина 0,6—4,5 м, диаметр стержней 2,5—10 см.



Фиг. 126.
Грубая мельница типа Gates.

с шаровыми мельницами (фиг. 127). Главное отличие заключается в применении сменных разгрузочных диафрагм и большого разнообразия конструкций питающих устройств.

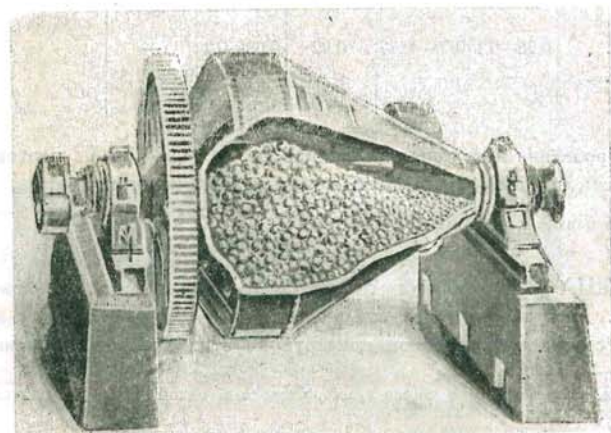
Таблица 39. Трубные мельницы

По каталогу Allis Chalmers Manuf. Co (v). Строятся следующих размеров:

Размер D' × L"	Мощн. л. с.	Производительность т в час	Вес в кг	Стоимость в коп. за кг			Примечание
				Франко-завод	Пошлина, фрахт, торговые расходы	Сиф порт СССР	
4 × 8	20	1,0	9 000	60 — 150	18 — 45	18 — 195	Промежуточные номера мельниц с длиной через 0,6 м. Производительность нетто-загрузка, без оборотной струи, при измельчении от 8 до 95 — 100 меш.
4 × 20	50	1,70	14 600				
5 × 8	40	1,75	14 000				
5 × 22	75	3,1	23 400				
6 × 8	50	2,3	16 600				
6 × 22	125	5,0	28 600				
7 × 10	75	3,5	20 700				
7 × 16	125	5,0	24 500				
8 × 10	100	4,7	30 600				
8 × 16	150	3,0	34 100				

В меньшем употреблении в США конические мельницы Harding'a. Они имеют форму двух конусов, сложенных основаниями: короткого — со стороны загрузки и длинного — со стороны разгрузки, с цилиндрической промежуточной частью (фиг. 128).

По идее конические мельницы рассчитаны на более рациональное использование энергии. В действительности же потребность мощности на 1 т измельченного материала в конических и цилиндрических мельницах при всех равных условиях почти всегда одинакова.



Фиг. 128.
Коническая
мельница
Harding'a.

Конические мельницы изготавливаются для загрузки как шарами, так и галечником.

Шаровые конические мельницы имеют загрузку и разгрузку центральную через пустотелые цапфы.

Таблица 40. Галечно-шаровые мельницы

По каталогу Allis Chalmers Manuf. Co)

Размер D' × L"	Мощн. л. с.	Производительность т в час	Вес в кг	Стоимость в коп. за кг			Примечание
				Франко-завод	Пошл., фрахт, торгов. расходы	Сиф порт СССР	
4 × 4	30	2,7	10 500	—	—	—	Промежуточные номера мельниц с длиной через 0,3 м. Производительность для нетто-загрузки при измельчении руды от 10 до 90—100 меш.
4 × 8	50	5,4	14 300	—	—	—	
5 × 4	50	3,8	15 000	66,0	22,0	89,0	
5 × 8	75	7,5	20 000	64,0	23,0	86,0	
6 × 4	75	5,0	22 000	62,0	22,0	84,0	
6 × 8	125	10,4	28 800	60,0	21,0	81,0	

Корпус состоит из кожуха и внутренней футеровки. Кожух отливаются из чугуна или стали, внутренняя футеровка готовится из закаленного чугуна или из специальных сортов стали. Соединение двух отдельных частей кожуха делается на фланцах по середине цилиндрической части. Соединение кожуха с футеровкой производится при помощи болтов.

Размер мельниц определяется большим диаметром конуса D' и шириной цилиндрической части (b").

Таблица 41. Конические шаровые мельницы

По каталогу Harding Manuf. Co)

Размер D' × d"	Мощность в л. с.	Производительность в т на 1 л. с./час.	Вес в кг	Стоимость в коп. за кг		
				Франко-завод	Пошлина, фрахт, торговые расходы	Сиф порт СССР
2 × 8	2	Материал для столов 0,062—0,417	420	—	—	—
3 × 8	7,5	Материал для флотации 0,045—0,166	2 365	—	—	—
4 1/2 × 16	25		5 200	123,0	43,5	166,5
5 1/2 × 22	35		8 200	—	—	—
6 × 22	50		10 000	123,0	43,5	166,5
7 × 22	75		12 700	123,0	43,5	166,0
7 × 36	100		14 200	—	—	—
8 × 22	100		17 000	121,0	42,5	163,5
8 × 36	150		18 600	—	—	—
8 × 48	175	22 700	110,0	38,5	148,5	
10 × 48	350	34 000	—	—	—	

Таблица 42. Сравнение мощности и производительности разных мельниц при тонком измельчении

Наименование мельниц	Силовая установка в л. с. на 1 т руды	Производительность в тоннах руды на 1 л. с./час		
		10—20 меш	35—65 меш	100 меш
Цилиндрическая шаровая мельница с центральной разгрузкой	14,1	0,089	—	—
Цилиндрическая шаровая мельница с периферийной разгрузкой	13,8	0,143	0,033	—
Коническая шаровая мельница	10,2	0,163	0,087	—
Стержневая мельница	4,6—8,5	0,35	0,18	—
Грубая мельница	6—8	0,179	0,073	0,04
Коническая галечная мельница	5—12	0,150	0,1	0,05

Таблица 43. Сравнение стоимости тонкого измельчения в конических и цилиндрических шаровых и стержневых мельницах (в долл. за тонну)

Руда	Порфировая		Твердый кварц и диорит		
	Мельницы				
	Коническая	Цилиндрич.	Стержневая	Цилиндрич.	Коническая
Расход мощности на 1 т:					
грубое дробление	0,813	0,480	0,710	0,710	—
тонкое	0,592	9,170	9,500	13,790	—
Всего	8,405	9,650	10,210	14,500	12,640
Расход шаров в кг на 1 т	1,0	0,8	—	1,3	1,68
То же, стержней	—	—	1,3	—	—
Материал облицовки	Сталист. чугуна. Марганц. сталь	Марганц. сталь	Листовая сталь	Марганц. сталь	Сталист. чугуна. Марганц. сталь
Износ футеровки в кг на 1 т	{ 0,07 0,004	0,19	0,5	0,345	0,12 0,07
Стоимость грубого крупного дробления и транспорта, за исключением энергии	0,04187	0,02850	0,04750	0,04750	0,07187
Крупное и тонкое дробление:					
энергия	0,11162	0,12815	0,13559	0,19256	0,16786
шары и стержни	0,10385	0,08365	0,13080	0,13785	0,17052
футеровка	0,01886	0,05811	0,12542	0,19515	0,03234
Всего	0,27620	0,29871	0,43931	0,48306	0,44259

Нагрузка мельниц Harding'a:

Размер мельниц:

2' × 8"; 3' × 8"; 4½' × 16"; 5' × 22"; 6' × 22"; 7' × 22".

Вес шаров в кг:

275, 450, 2000, 3400, 5400, 9000.

Размер мельниц:

7' × 36"; 8' × 22"; 8' × 36"; 10' × 48"; 10' × 48".

Вес шаров в кг:

12 300, 13 600, 15 400, 17 000, 31 000.

Срок службы футеровки:

а) из марганцовистой стали: 120—325 дней,

б) из закаленного чугуна: 60—110 дней.

Износ футеровки на тонну измельченной руды в кг:

а) из марганцовистой стали: 0,08—0,1,

б) из закаленного чугуна — 0,1—0,3.

Износ шаров на тонну измельченной руды в кг:

а) из чугуна: 0,2—3,2,

б) из хромистой стали: 0,2—0,7,

в) из марганцовистой стали: 0,2—1,2.

Стоимость измельчения 1 т. руды в шаровых конических мельницах обходится в 15—40 центов.

Конические галечные мельницы по конструкции почти ничем, за исключением внутренней футеровки, не отличаются от конических шаровых. Кожух изготавливается из листовой стали. Соединение частей кожуха делается на заклепках, соединение арматуры, облицовки и кожуха — на болтах.

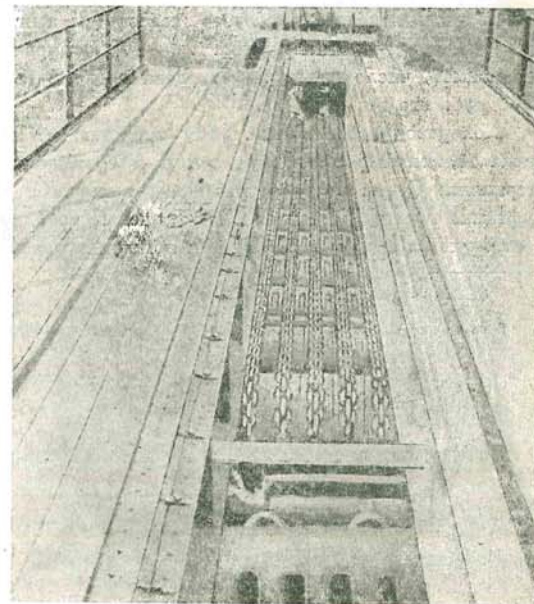
В заключение этой главы приведу для сравнения работы разных аппаратов для тонкого измельчения две таблицы, заимствованные из Taggart'a («Handbook of Ore Dressing», стр. 424, табл. 54, а затем стр. 470, табл. 82. Издание John Wiley and Sons Inc. New-York, 1927).

ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ

Вспомогательные механизмы, употребляемые в США при обработке золотых руд, песков и илов

В предыдущей главе были описаны машины для дробления и измельчения руды, применяемые в американской практике. Таких машин в царской России не строили, а теперь у нас в СССР поставлено заново серьезное и ответственное дело изготовления этого рода машин.

Уже занялись на наших заводах основательной проработкой конструкций этих машин, установили стандартные типы, наиболее пригодные для нашей практики, приготовили рабочие чертежи и поставили изготовление их на наших металлургических и механических заводах.



Фиг. 129.
Цепной грохот.

Не нужно только увлекаться многообразием типов, как это делается в американской практике, нужно сократить их до минимума, установить твердые стандарты; само по себе изготовление дробилок и мельниц на наших заводах не встретило никаких особых технических трудностей. Еще менее трудностей будет при изготовлении вспомогательных механизмов, употребляемых при грохочении, классификации, концентрации и т. д.

Рассмотрим эти вспомогательные операции.

Грохочение на обогатительных фабриках имеет применение как сортировочная операция при сухом дроблении золотых руд.

Для отгрохачивания крупных кусков руды в Америке применяются подвижные цепные грохота, состоящие из серии движущихся параллельно друг другу цепей.

Цепи железные сварные поддерживаются и движутся на роликах, скорость их передвижения не более 5,4—6 м/мин. Эта конструкция изображена на фиг. 129, заимствованной из каталога Allis Chalmers Manuf. Co Concentrating Machinery and Equipment.

Цепные грохота имеют в своей конструкции ряд недостатков, поэтому за последнее время большое распространение получили движущиеся колосниковые, дисковые и кольцевые грохота.

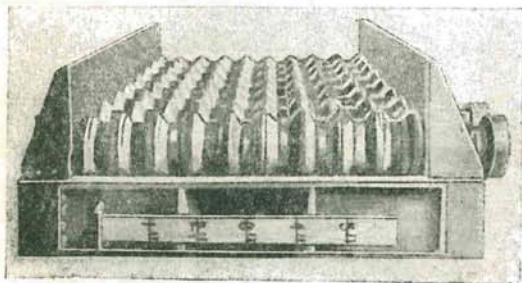
Дисковый грохот оборудован дисками, насаженными жестко на валы и вращающимися при помощи цепных передач. Окружная скорость дисков различна, но в большинстве случаев не превосходит 0,5 м/мин.

Диски отливаются из закаленного чугуна. Станина чугунная или из швеллеров и тяжелого листового железа (см. фиг. 130).

Размеры грохота: ширина 24—48 дюймов¹, диаметр дисков 9—18 дюймов, число валов 5—8. Цена грохота (24 × 15 × 5 дюймов) — 5000 руб., его вес 2275 кг.

Кольцевой грохот (фиг. 131) представляет собой два вертикальных диска А, смонтированных на оси Е и связанных вместе металлическими стержнями G, на которых насажены кольца С, удерживаемые на месте муфтами. Между кольцами С подвешены свободно кольца В. Последние центрируются между первыми при помощи кулачков J.

¹ Дюйм = 2,54 см.



Фиг. 130.
Дисковый грохот.

При вращении грохота нижний слой руды раздвигает свободно подвешенные кольца и проваливается в бункер, а верхний попадает в дробильный аппарат или соответствующее транспортное устройство. На фиг. 131, полученной из того же источника, представлен кольцевой грохот системы Burch.

Диски на кольцевом грохоте из закаленного чугуна, ребристые; кольца — стальные.

Размеры грохота (диаметр колец, умноженный на длину между дисками): 36 × 36 дюймов; 48 × 48 дюймов; 60 × 60 дюймов. Расстояние между кольцами: 1¼, 1½, 2, 3 и 4 дюйма.

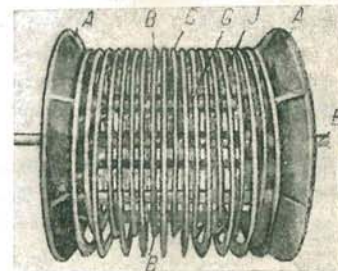
Большим распространением в США пользуются механические вибрационные грохота, к которым принадлежит ударный грохот «Колорадо». Монтируется он на деревянной раме с желобом; рабочая рама грохота помещается на двух эллиптических вагонных рессорах. На неподвижной раме в подшипниках укреплен вал со шкивом и кулачным диском. При вращении вала кулаки диска ударяют по рабочей раме грохота и сообщают последнему, благодаря возвратному действию пружин, колебательные движения. Скорость вращения вала рассчитывается на 600 ударов в минуту (см. фиг. 132, полученную от Colorado Iron Works Co Denver, Colo).

Грохота Колорадо изготавливаются шириной 0,9 м и длиной 3, 4 и 6 футов (0,9; 1,2; 1,8 м.). Применяются они для грохочения мелкого материала. Кулачный диск и пластины, по которым ударяют кулаки, делаются из марганцовистой стали, рессоры — стальные.

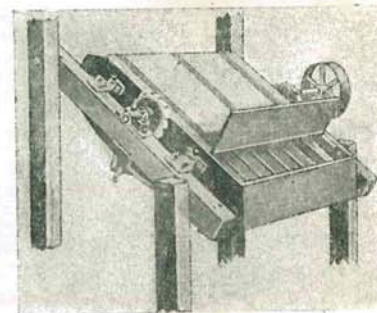
Стоимость грохота франко-завод Америка (Colorado Iron Works Co Denver):

3 × 4 фут. (0,9—1,2 м) — 400 долларов
3 × 6 фут. (0,9—1,8 м) — 600 долларов.

Из других вибрационных грохотов надо отметить грохот Дейстера, принцип действия которого основан на колебательных движениях упругих деревянных реек, к которым прикреплены рабочие сита. Пружины жестко закреплены на концах и несут на себе приводной механизм. На привод-



Фиг. 131.
Кольцевой грохот Burch.



Фиг. 132.
Вибрационный грохот «Колорадо».

ном валу надето два шкива, центр тяжести которых, благодаря дополнительному грузу, не совпадает с центром вращения. Последним и обуславливается вибрация пружин. Вал вращается со скоростью 1800 об. мин. Фотографии этого грохота не имеется, но есть несколько напоминающая его фотография вибрационного грохота системы Allis Chalmers'а (фиг. 133).

Рама этого грохота из железа. Пружины металлические иногда заменяются тросами.

На многих фабриках с успехом работают открытые вибрационные грохота¹. Они снабжены кулачным приводом, по которому одним концом скользит равноплечий ударник, подвешенный на горизонтальном валике. Второй конец ударника производит удары по вертикальному металлическому стержню, прикрепленному к сити грохота. На стержень надета пружина, упирающаяся в соответствующие заплечики и сообщающая стержню и сити возвратные движения (см. фиг. 134).

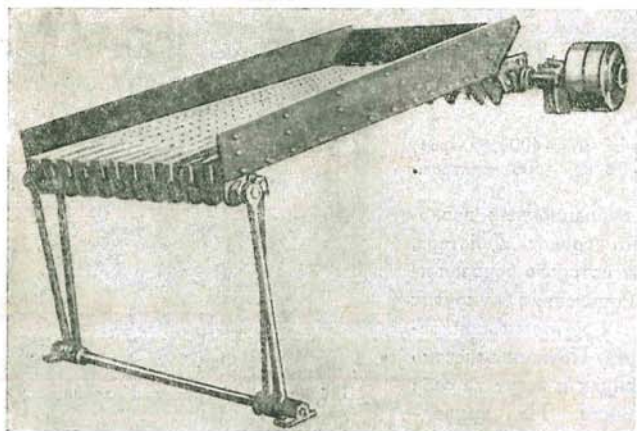
Размер грохота — 3 × 6 футов (0,9—1,8 м). Рама грохота изготовляется из швеллеров. Кулачный привод и ударники — из марганцовистой стали.

Стоимость грохота франко-завод Америка — 300 долларов.

Из грохотов старых конструкций большое применение в наших условиях могут иметь плоские подвижные грохота и барабанные грохота.

Подвижная рама плоского грохота поддерживается на деревянных упругих рейках (бывают грохота с верхним и с нижним подвесом). Качания грохота передаются деревянной тягой от эксцентрикового привода. Такой грохот может работать с подбрасыванием и без подбрасы-

¹ Так называемые «No Beind».



Фиг. 133.
Вибрационный грохот Allis Chalmers.

№ 1442

вания материала. Число оборотов приводного вала в минуту 200—350. Наклон пружин 15—20°.

Рама грохота деревянная или клепаная металлическая.

Упругие рейки и тяга из букового, дубового или ясеневоего дерева, или же из сортовой углеродистой стали.

Размеры односитных грохотов: ширина 0,3—1,2 м, длина 2,0—2,5 м. Цена грохота 0,5 × 2,5 м. — около 300 руб.

В американской практике с успехом применяются цилиндрические и конические барабанные грохота, причем они делаются односитные и многоситные, простые и концентрические (фиг. 135).

Барабанные грохота состоят из свернутых в цилиндрическую или коническую поверхность проволочных или штампованных решет, укрепленных на горизонтальной слабо наклонной оси. Вращение вала передается от зубчатой или ременной передачи. Число оборотов вала в минуту 8—24. Угол наклона грохота 2—8°.

В барабанных грохотах обычно отсортировывается материал от 15 до 1½ мм.

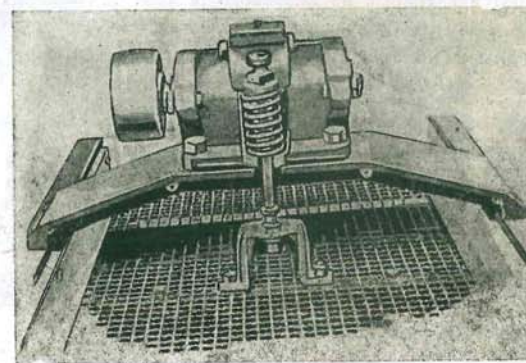
Рама и каркас барабанных грохотов делаются из сортового железа. Размер грохотов:

диаметр	0,8—2,5 м
длина	1,0—4,2 м

Стоимость в зависимости от размеров — от 400 до 750 долларов.

Следующая по своей важности операция при обработке золотых руд — это классификация, имеющая целью отделение песков от илов для последующей раздельной обработки их.

Простая мокрая классификация на новых фабриках Америки осуществляется преимущественно в конусах с обычной сифонной или автоматической разгрузкой. Эти же аппараты применяются для обезвоживания илов.



Фиг. 134.
Открытый вибрационный грохот.

Наиболее простым и употребительным аппаратом этой группы классификаторов является широко известный в практике конус Callow. На фиг. 136 изображен ряд таких конусов, установленных на фабрике компании Хомстэк в Южной Дакоте.

При работе конуса материал загружается в центральную трубку. Муть радиально расходится к периферии конуса и сливается в желоб. Осевший материал собирается внизу конуса и отводится по сифонной трубке.

Размеры конусов определяются по наружному диаметру сливного желоба; обычно диаметры колеблются от 0,8 до 2,5 м. Диаметр загрузочной трубки 0,125—0,3 м. Суточная производительность конусов при обезивании определяется от 24 до 400 т, при обезвоживании 6—30 т. Влажность нижнего продукта около 85%.

Конуса делаются клепаные из листового железа толщиной 1—2 мм.

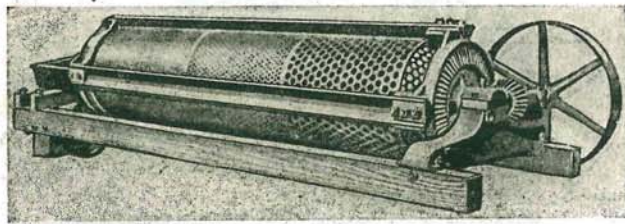
Стоимость конуса с диаметром 2,4—150 долларов, вес конуса около 300 кг.

Из конусов с автоматической разгрузкой большим распространением в США пользуется конус Allen'a.

В этом конусе (фиг. 137) загрузка пульпы производится через центральную трубку, в которой помещается распределитель. Загрузочная трубка окружена поплавком и все это вместе заключено в камере 1. Нижнее отверстие конуса закрыто шариковым клапаном. Разгрузка песков регулируется пружиной 5, рычагом 4, соединенным с поплавком стержнем 2, и передвижным дополнительным грузом 3. Когда уровень осевших песков повышается, поплавок поднимается вверх, рычаг 4 вращается вокруг оси и открывает нижний клапан, производится разгрузка материала. По мере разгрузки поплавков под действием силы тяжести, дополнительного груза 3 и пружины 5 опускается, рычаг 4 вращается в обратную сторону и нижний клапан закрывается. Содержание влажности в осевших песках и их разгрузка регулируются диафрагмой, помещенной у разгрузочного конца конуса (внутри его).

Конуса Allen'a могут давать продукт влажностью до 12%. Они делаются клепаные из листового железа толщиной 1—1,5 мм.

Размеры конусов определяются диаметром сливного края желоба и видны из нижеследующей таблицы, полученной от фирмы Allen Cone Co.



Фиг. 135.

Барабанный
грохот.

Механическая классификация очень часто применяется в США, и очень широкое распространение получили механические классификаторы Дорра. Принцип действия их — обезивание песков в горизонтальной струе воды.

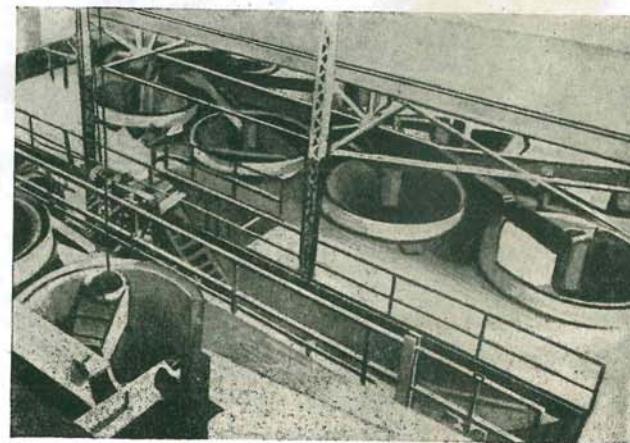
Таблица 44

№№ фирмы	Диаметр	Вес кг	Цена фран- ко-завод в долларах
40—1	3'6"	700,0	400
40—0	4'6"	375,0	500
40—2	6'0"	480,0	550
40—3	8'0"	730,0	700

В механических классификаторах результаты получаются более совершенные, чем в простых классификаторах. Благодаря применению струи воды и механического способа отмывки, отделение песков от илов происходит весьма тщательно. Содержание влаги в классифицированных продуктах снижается до 25%, вместо обычных 80% при сифонной разгрузке материала.

Механический классификатор Дорра состоит из ящика и движущейся в нем рамы со скребками для удаления песков (фиг. 138).

Механизм для удаления песков по днищу ящика имеет движения следующего вида: от крайнего нижнего положения рама со скребками перемещается на некоторое расстояние вверх по днищу. Достигнув крайнего верхнего положения, рама поднимается на некоторую высоту и в припод-



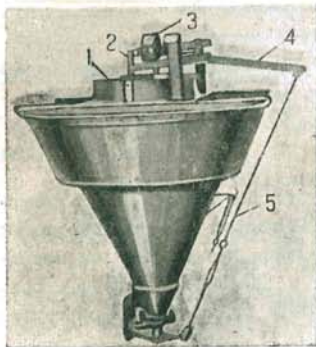
Фиг. 136.

Конус Callow.

нятом положении перемещается в обратном направлении. Достигнув крайнего нижнего положения, рама опускается и повторяет такое же движение вновь.

Движения разгрузочного устройства осуществляются при помощи кривошипно-кулачного механизма.

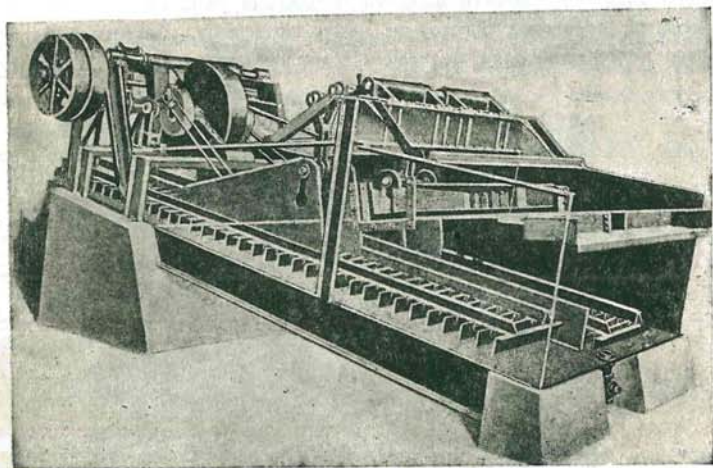
Рама со скребками подвешивается на тросах к коленчатым рычагам, которые вращаются на осях. Продольное перемещение рамы со скребками получается от шатуна, соединенного с рамой и кривошипом приводного вала. Вертикальное перемещение рамы достигается посредством двухплечего рычага, который поворачивается около своей оси при помощи особого кулака, заклиненного на приводном валу.



Фиг. 137.
Конус Allen'a.

Фирма Dorr готовит несколько типов таких аппаратов с чашей и без чаши, с ординарной, двойной или даже тройной декой для скребков, следующих размеров (табл. 45).

Кроме классификатора Дорра, в Северной Америке применяется еще целый ряд других приборов для механической классификации (Akins, Ovoca и др.), имеющих, однако, меньшее распространение на практике.



Фиг. 138.
Классификатор Дорра.

После того как пески отделены от илов, наиболее важным процессом при механической их обработке является отделение от них концентратов. Обычно операции эти производятся на столах, где пески и илы концентрируются по крупности и по удельному весу. В зависимости от характера обогащаемых продуктов столы делятся на две группы: песковые и иловые.

Таблица 45

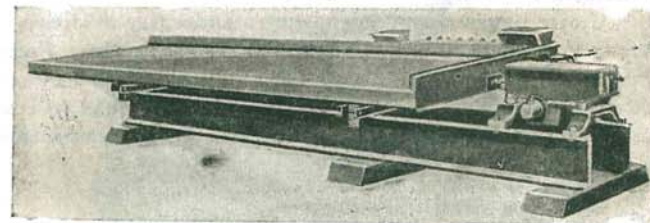
(Составлена по каталогу фирмы The Work and Scope of the Dorr Company Engineers, New-York, 1927) ¹.

Длина ящика	4,4 — 7,5 м
Ширина	1,35 — 2,4 м
Уклон на 0,3 м длины	3,75 — 5,62 см
Число ударов деки в минуту	16 — 25
Производительность на фут ширины ящика в 24 ч.	75 — 250 т
Расход мощности	1/4 — 2 л. с.

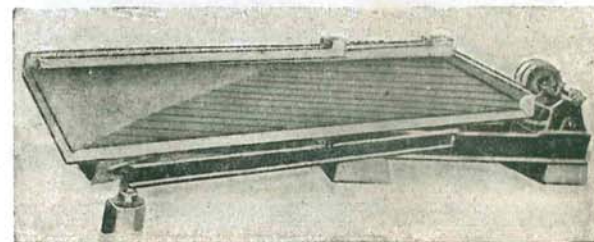
По способу работы и удаления продуктов концентрации различают две группы столов: с качающейся поверхностью и с поверхностью, перемещающейся в виде бесконечной ленты; первые в новейшее время получили наиболее широкое распространение.

Столы с качающейся поверхностью имеют продольные или диагональные рифления; расщепление материала на них производится, как следствие механического вибрирования стола и действия струи воды. От продольного качания стола нижний слой песков получает большее продольное

¹ Ящик и чаша классификатора делаются клепаные из тяжелого листового железа. Арматура — сортовое железо. Подшипники — чугунное литье. Стоимость классификатора Дорра с двойной декой — от 1500 до 3750 долларов в зависимости от размеров.



Фиг. 139.
Стол
Вильфлея.



Фиг. 140.
Стол Дейстера.

перемещение, чем верхний. Смывающий эффект воды действует в поперечном направлении и больше на верхний слой, чем на нижний. Для того чтобы расслаивание материала происходило совершенно, на столах делаются рифления.

Благодаря комбинированному действию механического вибрирования и смывающему действию струи воды происходит веерообразное расположение отдельных продуктов концентрации на столах и получается возможность выделения многих продуктов концентрации.

Конструкции качающихся столов различаются главным образом движущимися механизмами и нарифлениями дек.

Большой известностью и применением на практике пользуются столы Wilfley (фиг. 139), изготовляемые в Денвере (Колорадо) The Mine and Smelter Supply Company.

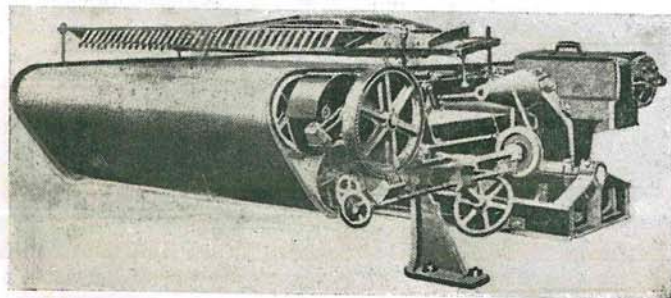
За последние годы начали получать распространение столы Дейстера постройки Allis Chalmers Manuf. Co (фиг. 140).

Эти столы имеют ромбоидальную деку с диагональным нарифлением (параллельным оси приводного механизма). На песковых столах планки нарифления $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$ дюйма с расстоянием между центрами их 1 дюйм. На иловых столах основные планки имеют высоту $\frac{1}{2}$ дюйма, а все остальные $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{32}$ дюйма.

В бюллетене «Cyanide Plant Equipment», издаваемом Allis Chalmers Manuf. Co, дана следующая их характеристика.

Число качаний стола в минуту 200 — 250. Производительность стола на одну деку в 24 часа 40 — 100 т. Расход воды 10 — 30 л/мин. Расход энергии на одну деку 0,75 л. с., на две — 1,25 л. с. Стоимость стола в зависимости от размеров — от 750 до 1400 долларов.

Стол Butchart'a имеют прямоугольную деку с частично косым нарифлением. Высота планок нарифлений $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{2}$ дюйма. Расстояние между центрами планок $\frac{3}{8}$ — 1 дюйм. Приводной механизм коленчато-рычажный помещен в масляной коробке; последние столы Butchart'a выгодно отличаются от других конструкций столов. Ниже делается характеристика этих



Фиг. 141.
6-футовый
стол
Ваннера.

столов по данным Института механической обработки полезных ископаемых.

Амплитуда качаний столов $\frac{7}{8}$ — $1\frac{1}{2}$ дюйма.

Число качаний стола в минуту 250 — 280.

Производительность стола 24 часа 40 — 200 т.

Расход энергии 0,75 — 1 л. с.

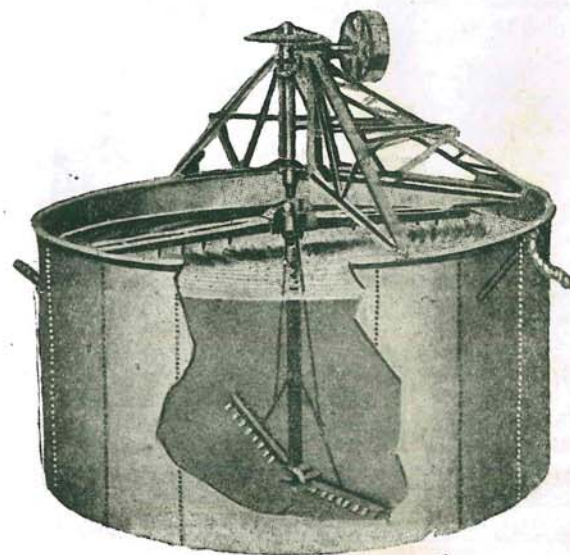
Стоимость стола около 1000 долларов.

Стол с перемещающейся поверхностью менее распространены в США, как это было уже сказано. Из них заслуживают интереса так называемые ваннег'ы. В этих аппаратах поверхность стола представляет перемещающуюся по уклону ленту, которая вращается на барабанах противоположно течению струи. Таким образом, на ваннерах получаются только два продукта — концентрат и хвосты и совершенно нет промежуточных продуктов, как на столах с качающейся поверхностью.

Кроме продольного перемещения ленты, рама стола получает поперечные качания на пружинах. Агитационные качания и движения ленты производятся двумя специальными механизмами, связанными между собой конической ременной передачей.

Уклон стола может меняться вращением рамы вокруг оси (см. фигуру 141, Allis Chalmers Manufacturing Co).

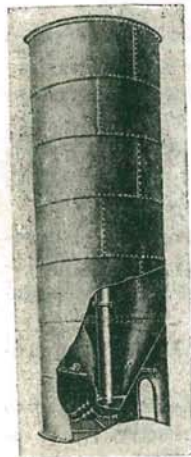
Размер столов Ваннера определяется шириной ленты, которая обычно бывает около 2 м. Скорость движения ленты — 1,5 м в минуту. Производительность стола — от 5 до 16 т в 24 часа.



Фиг. 142.
Агитатор Дорра —
стандартный тип.

Если при дальнейшей раздельной обработке песков и илов избирают химический способ (цианирование), то является необходимым для обработки илов пользоваться специальными приборами, такими, как агитаторы или контактовые чаны.

Приборы эти служат для смешивания илов с растворами и для того, чтобы твердые частицы руды поддерживались в растворе во взвешенном состоянии. Они строятся в США трех типов: механические, пневматические и комбинированные.



Фиг. 143.

Пневматический агитатор Пачука.

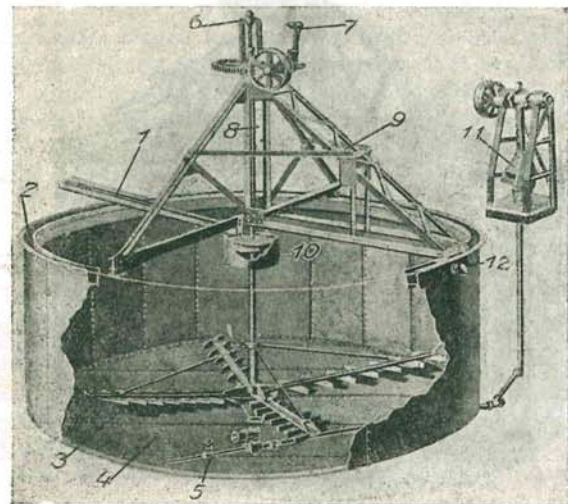
Из механических агитаторов наиболее распространенным является агитатор Дорра¹ (фиг. 142), изготавливаемой фирмой The Dorr Company Engineers.

Он изготовляется обычно с деревянным чаном, иногда с металлическим, клепаным из листового железа. Стоимость агитатора с деревянным чаном и металлической арматурой от 10 до 20 долларов за 1 м³ вместимой пульпы.

Из пневматических агитаторов следует отметить агитатор Пачука, работающий сжатым воздухом, подводимым снизу аппарата (фиг. 143).

При различных операциях химической обработки продуктов обогащения как до агитации, так и после нее часто приходится пользоваться особыми механизмами, позволяющими сгущать и осаждавать твердые материалы.

¹ Иногда этот аппарат строится с подводом сжатого воздуха.



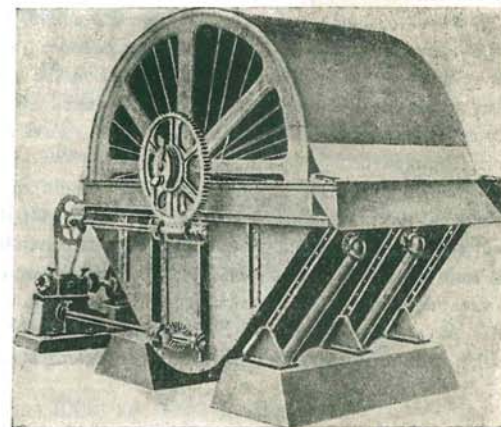
Фиг. 144.

Сгуститель Дорра.

Для сгущения продуктов обогащения применяется в Америке несколько типов аппаратов, но наиболее распространенным из них является сгуститель или уплотнитель Дорра (фиг. 144). Описание этого аппарата составлено по материалам Механобра; функционирует он следующим образом.

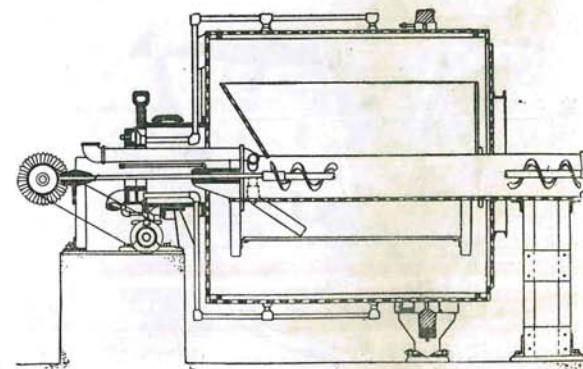
Продукты для сгущения загружаются по желобу 1 в загрузную воронку 10, укрепленную на вертикальном валу 6. Твердый материал осаждается на дно, сгребается скребками 3 к центральной разгрузной воронке и подается по назначению самотеком или диафрагмовым насосом 11. Осветленная жидкость стекает в желоб 2 и по трубке 12 отводится в бассейны, откуда может использоваться в качестве оборотной воды.

Вертикальный вал 6 укреплен на ферме 8 и приводится в движение от червячной передачи.



Фиг. 145.

Фильтр Оливера.



Фиг. 146.

Фильтр Дорра в разрезе.

Сгуститель Дорра дает нижний продукт с содержанием влаги 50—70 %.

Существует несколько конструкций сгустителей Дорра; они изготавливаются с плоским дном и с дном на конус, иногда делаются они в несколько отделений, имеющих вращение скребков от одного вала и работающих или последовательно или параллельно и т. д.

Сгустители Дорра изготавливаются с деревянными чанами, металлическими или железобетонными.

Размеры аппарата весьма разнообразны и определяются диаметром и высотой чана.

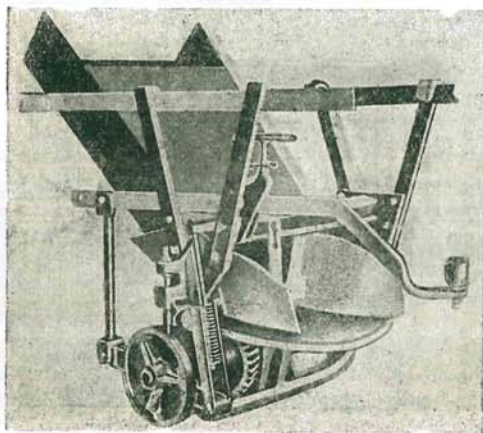
Диаметры чанов Дорра — от 4 до 70 м.

Высота чанов Дорра — от 1,5 до 6 м.

Цена сгустителей Дорра колеблется от 2400 до 15 000 долларов в зависимости от размеров.

При подготовке песков к цианированию, также при заключительных процессах химической обработки шламмов и, наконец, для обезвоживания концентратов наиболее широкое применение имеют фильтры Оливера и американские дисковые фильтры. Основной принцип действия обоих фильтров одинаков и разница заключается лишь в конструктивных особенностях аппаратов.

Обезвоживание продуктов обогащения в фильтре Оливера производится на поверхности цилиндрического барабана, вращающегося в водоеме, наполненном пульпой. При прохождении через пульпу (приблизительно по обороту барабана) на соответствующей стороне барабана устанавливается вакуум, и ткань, которой покрыт барабан, пропуская воду, выносит на себе концентрат. За вторую половину оборота барабана остатки воды откачиваются из ткани при поддерживаемом вакууме; одновременно



Фиг. 147.
Питагель Челленджа.

менно происходит промывка и сушка концентрата. Разгрузка материала (кэка) комбинированная — механическая (при помощи скребка) и пневматическая (ударом сжатого воздуха) — происходит в конце полного оборота барабана (см. фиг. 145).

Распределение воздуха высокого и низкого давлений производится в аппарате при помощи золотниковой коробки.

Средняя производительность фильтра Оливера 180—270 кг на квадратный фут рабочей поверхности барабана в 24 часа.

Расход мощности 0,5—1,0 л. с. на 1 т кэка суточной производительности.

Фирма Oliver Continuous Filter Co готовит барабаны фильтра и водоем из тяжелого листового железа; ресиверы и трап делает из чугуна литья. Компрессор, вакуум-насос и центробежный насос поставляются обычно применяемых на практике конструкций.

Стоимость фильтров Оливера (без насосов, компрессора и ресиверов) колеблется от 2500 до 6000 долларов.

На заводе в Америке стоимость полной установки для фильтра $1,6 \times 1,8$ м составляет около 4500 долларов.

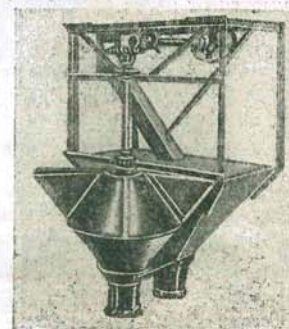
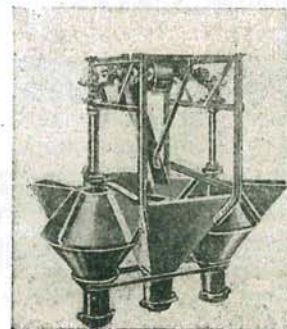
Кроме фильтров Оливера на американских фабриках употребляются также и дисковые фильтры, описанные в материалах Механобра.

Эти фильтры состоят из отдельных, покрытых фильтрующей тканью, дисков. Благодаря этому аппарат приобретает большую компактность, чем барабанные фильтры Оливера. Принцип действия, установка, производительность, расход воздуха и энергии в американских фильтрах такие же, как и у фильтров Оливера.

Размеры аппарата определяются диаметром и числом дисков. Фирма American Continuous Filter Co готовит фильтры с 1—6 дисками, диаметром 1,2, 2 и 2,8 м.

Стоимость фильтров — от 2000 до 6000 долларов.

Стоимость полной установки фильтра 2 м \times 3 диска франко-завод Америка — около 5900 долларов.



Фиг. 148.
Опробователь
Vezin.

К недостаткам фильтров обеих из рассмотренных конструкций относится осаждение шламмов на дно водоемов и их заиливание. Во избежание этого приходится применять механическую или пневматическую агитацию пульпы, что усложняет конструкцию аппарата и производство операций на нем.

Этого недостатка нет на недавно выпущенных новых фильтрах фирмы Дорра (фиг. 146).

Характерное отличие этого аппарата от других заключается в том, что пульпа загружается внутрь вращающегося цилиндра. Фильтрующей поверхностью является также внутренняя сторона барабана. Этим как-раз и устраняется недостаток фильтров Оливера и дисковых американских — заиливание водоемов; поэтому и можно полагать, что новые фильтры получат широкое применение в обогатительной практике.

Сушка концентратов выполняется в цилиндрических вращающихся печах или подовых печах.

Из подовых печей следует отметить печь Lowden'a, очень распространенную на многих американских фабриках.

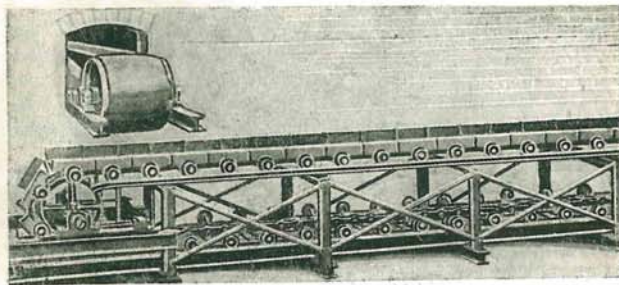
Здесь я считаю полезным описать подсобные аппараты, употребляемые на американских обогатительных фабриках. Сюда относятся питатели (фидера), опробователи, транспортеры, элеваторы, желоба, насосы и т. д.

Питание аппаратов поступающими в них продуктами имеет очень большое значение для правильной и налаженной работы фабрик по обработке золотых руд.

Большинство питателей имеет очень простую конструкцию.

Основное отличие питателей или фидеров зависит главным образом от свойств загружаемых продуктов (сухие, влажные, жидкие, крупные, мелкие и т. д.). На фиг. 147 изображен питатель Челленджа для руды.

На хорошо поставленной обогатительной фабрике должно быть обращено особое внимание на постановку опробования. В старых установках существуют еще ручные способы опробования, в новых фабриках почти исключительно механические. Приборы, применяемые при опробовании, — сократители, смесители, дробильные аппараты и пробники. В конструктивном отношении дробильные аппараты для опробования мало чем отличаются от ранее рассмотренных больших машин этого рода. Пробники (или



Фиг. 149.
Пластинчатый
конвейер
Вильфлея.

щупы) имеют самое простое устройство — лопат с прорезами, пустотелых трубок и т. д. Механические смесители применяются редко, в виду автоматичности питания аппаратов. Устройство их похоже на барабанный грохот и т. п.

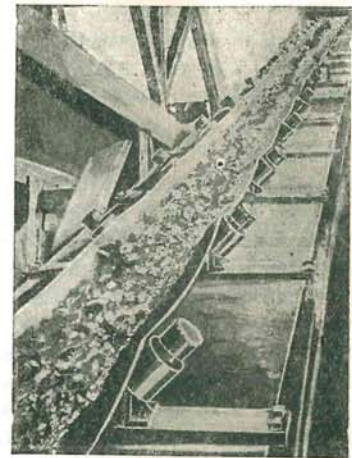
Существует очень много разных конструкций опробователей, но все они в конструктивном отношении очень просты. Как пример опробователя стандартного изготовления, выше помещен снимок аппарата Vezin (фиг. 148), изготовляемого фирмой Wilfley Mining Machinery Company, Limited.

Транспорт продуктов обогащения на фабриках выполняется обычными механизмами для массового перемещения сыпучих и жидких материалов.

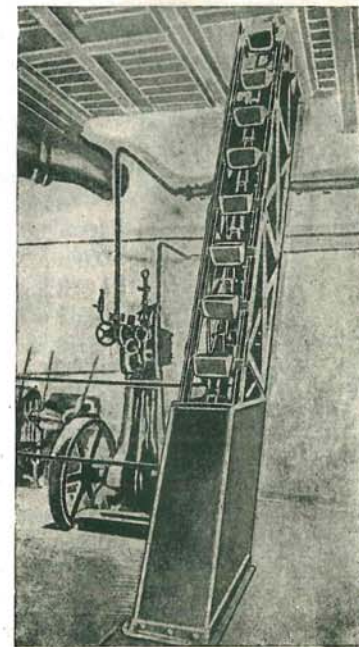
Крупный материал в горизонтальном и наклонном направлениях транспортируется пластинчатыми стальными конвейерами или же ленточными транспортерами. Пластинчатый конвейер состоит из отдельных налегающих друг на друга стальных пластин, соединенных между собой цепью с роликами. Конвейер изображен на фиг. 149, полученной из того же источника Wilfley Min. Mach. Co). Его обычные размеры следующие: толщина стальных пластин $\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{16}$ дюйма; шаг цепи 4, 6, 9, 12 дюймов; скорость движения ленты 0,09—0,3 м/сек; в среднем 0,1 м/сек; ширина лент 0,3—1,8 м.

Производительность пластинчатых конвейеров при средней скорости 0,1 м/сек — от 10 до 900 т/час.

Ленточные транспортеры имеют наиболее широкое применение на обогатительных фабриках для перемещения в горизонтальном и наклонном направлениях продуктов средней крупности как сухих, так и влажных. Они состоят из ленты, движущейся на роликах, укрепленных на раме (фиг. 150).



Фиг. 150.
Ленточный транспортер.



Фиг. 151.
Цепной ковшевой элеватор.

Ленты применяются пеньковые, конопляные, хлопчатобумажные, резиновые и из верблюжьей шерсти. Ширина лент 0,3—1,2 м. Скорость движения лент 0,5—3,0 м/сек. Производительность лент при средней скорости 1,5 м/сек. 25—1600 т в час. Максимальный уклон лент 21°.

Стоимость ленточных транспортеров в Америке вместе с установкой колеблется от 15 до 48 долларов за погонный метр.

Для вертикального и крутонаклонного перемещения продуктов обогащения пользуются вертикальными и наклонными, цепными или ленточными ковшевыми элеваторами. На фиг. 151 изображен цепной ковшевой элеватор фирмы Wilfley Min. Mach. Co.

Цепные элеваторы являются более надежными аппаратами, чем ленточные ковшевые транспортеры, но требуют больших капитальных затрат; поэтому применяются они только для транспортирования крупного материала и при больших производительностях.

Цепи и ковши элеватора делаются обычно стальные, корпус металлический или деревянный. Производительность элеватора 25—250 т/час при скорости движения элеваторной цепи 0,2—0,5 м/сек. Стоимость элеватора 100—250 долларов за погонный метр цепи. Стоимость эксплуатации при крупных установках около 0,1 коп. на 1 т руды.

Ленточные ковшевые элеваторы являются более простыми и дешевыми аппаратами. Ковшевые наклонные ленточные элеваторы (фиг. 152) непрерывной разгрузкой. обычно применяются для транспорта мелкой руды до 10 см.



Фиг. 152.
Ковшевой ленточный элеватор.

Ленты в этого рода элеваторах применяются пеньковые и хлопчатобумажные, резиновые, с 2—10 прокладками.

Производительность ленточных элеваторов 10—200 т/час при скорости движения лент 0,5—0,6 м.

Стоимость эксплуатации 0,1—0,3 цента за 1 т руды в зависимости от стоимости капитальных затрат, которые колеблются от 16 до 65 долларов за пог. метр ленты.

Когда нужно перекачивать по фабрике жидкие материалы, то применяют желоба, трубопроводы и насосы.

Желоба делаются деревянные и металлические. Размеры: шириной 0,1—1,2 м и высотой 0,1—0,5 м.

Необходимое весовое соотношение жидкого и твердого в растворах, движущихся по желобам, составляет 4:1.

Центробежные песковые и иловые (шламмовые) насосы применяются для транспорта жидких тел

с удельным весом до 1,7, при содержании жидкости 60—95%. Обычная высота подачи материала от 6 до 35 м. Скорость вращения 350—1200 об./мин.

Для подачи сгущенных продуктов употребляются почти исключительно диафрагмовые насосы.

Фирма Dorr Co выпускает одинарные, двойные и тройные диафрагмовые насосы. Число оборотов приводного вала в минуту — 50. Эксцентриситет приводного механизма 2,5—7,5 см. Удельный вес растворов 1—3,5. Содержание жидкости в растворе 40—80%. Производительность 30—1100 т раствора в 24 часа.

На этом я должен закончить далеко неполное описание машин и механизмов, применяемых при обработке золотых руд.

В Америке можно встретить бесконечное разнообразие этого рода машин, что совершенно не вызывается сложностью самих процессов обработки.

В нашей советской практике, несомненно, можно будет систематизировать самые обогащительные процессы и установить стандарт нужной аппаратуры. В Америке уже подошли к такой стандартизации, что можно видеть из описания процессов обогащения на фабрике Жюно, Аляска, переоборудованной несколько лет тому назад. Схема обработки руды на этой фабрике приведена в пятнадцатой главе первого тома.

Пока же в главе четырнадцатой ознакомлю читателя с методами обработки золотосодержащих руд в Северной Америке.

Вопрос этот имеет для нашей советской практики огромное значение. Мы все еще не можем отрешиться от «гигантомании», от навязчивой идеи строить огромные обогащительные фабрики. Для золотой промышленности такие большие фабрики нужны только для исключительных по своей величине месторождений. Может быть на базе Березовского рудника, Ключей, Поддунного Гольца можно будет построить такие фабрики. В большинстве же наших золоторудных районов очень большие фабрики не вызываются необходимостью, а посему и не нужны особо большие капиталовложения для постройки фабрик и заводов средней и малой мощности.

ГЛАВА ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ

Методы обработки золотосодержащих руд в Северной Америке

При обсуждении вопросов эксплуатации золоторудных месторождений Северной Америки я уже касался вопросов «политики каждого предприятия» в отношении перспектив дальнейшего развития рудников, постройки фабрики и т. д.

Так как этот вопрос при наших быстрых темпах развертывания золотой промышленности является чрезвычайно важным, то я считаю вполне полезным еще раз повторить здесь, что нам не нужно строить очень больших обогатительных фабрик, если это не вызывается настоящей и много раз проверенной необходимостью.

Конечно, очень крупные фабрики имеют то преимущество, что при весьма крупном масштабе работ можно — правда не всегда — достигнуть низкой стоимости обработки тонны руды. Но зато крупные предприятия требуют значительных вложений и очень больших запасов руды, обеспечивающих эксплуатацию и достаточных для возмещения вложенного капитала, и, наконец, очень большого времени для постройки и освоения. Поэтому не следует строить и оборудовать большую обогатительную фабрику пока нет в наличии запасов руды на много лет и не изучен характер залегающей руды, обеспечивающий его разработку в течение еще долгого ряда лет. В тех случаях, когда подготовлено небольшое количество руды, но возможности на руднике в смысле запасов благоприятны, часто имеет смысл быстро построить небольшую обогатительную фабрику, особенно если руда достаточно богата по своему содержанию и сможет дать доход от обработки небольшого количества руды и тем самым облегчить затраты на подготовительные работы. Такого рода обогатительная фабрика представляет ценность в качестве опытной фабрики. Давая возможность опробования в большом масштабе, такая фабрика помогает правильно спроектировать более крупную постоянную фабрику и сокращает до минимума возможность совершения дорого стоящих ошибок и необходимость последующих изменений.

При определении начальной производительности обогатительной фабрики на золотых рудниках, американцы рекомендуют проявлять побольше

сдержанности, и не ставить сразу перед собой чересчур широких задач. Потребность обогатительной фабрики в руде должна быть увязана с производительностью рудника таким образом, чтобы не нужно было форсировать выдачу руды за счет подготовительных работ, и, следовательно, истощать запасы. Расширять обогатительную фабрику лучше тогда, когда рудник настолько подготовлен, что оправдывает дополнительные вложения в фабрику. К этому времени будет накоплен значительный опыт в отношении обработки данной руды и можно будет лучше спроектировать новые установки.

Лучше всего схемы обогатительной фабрики составлять так, чтобы руда обрабатывалась в нескольких более или менее одинаковых и независимых секциях, установленных одна около другой или же параллельно. Если здание обогатительной фабрики построено правильно, то для увеличения ее производительности потребуется лишь установка новых дополнительных секций рядом с уже работающими. Эта система имеет большие преимущества, причем главными являются простота проекта, стандартизация оборудования и производственных процессов и возможность прекращения работы в отдельной секции, в случаях ремонта, без необходимости полностью останавливать всю обогатительную фабрику.

Количество добываемой руды и вероятный срок работы рудника может и в других отношениях повлиять на практику обработки руды. Например, на руднике запасы руды могут быть ограничены и нет смысла строить обогатительную фабрику с законченным циклом обработки.

В таких случаях, если руда поддается цианированию, надо устанавливать амальгамационную фабрику для обработки руды амальгамацией и концентрацией на столах, с отправкой концентратов на близлежащий циановый завод. Если руда имеет хорошее содержание, то даже при плохом извлечении такая последовательная система обработки является делом вполне стоящим, и там, где нет больших запасов руды, небольшая амальгамационная и концентрационная фабрика является единственным практическим решением данной задачи.

Водоснабжение играет существенную роль при обработке руды. Все промышленные успешно применяемые методы обработки золотых руд требуют обычно от 1 т до 6 т воды на 1 т обработанной руды. Для флотации и цианирования необходима чистая вода. В случае чрезмерной окисленности воды, какими иногда бывают рудничные воды, требуются крупные затраты на известь для ошелачивания; если же вода содержит растворимые соли, то они должны быть удалены или обезврежены химической обработкой, что также связано с некоторым дополнительным расходом. Некоторые примеси в воде могут испортить амальгамационные листы или загрязнить ртуть. Поэтому при проектировании обогатительной фабрики необходимо тщательно исследовать вопрос о водоснабжении. Стоимость рытья канав, водопровода, колодцев, водоотлива, очистки или химической обработки, а также получения воды из хвостов для вторичного ее использования, должна

быть подвергнута тщательной проверке с точки зрения рентабельности всей работы. При холодном климате может потребоваться применение подогрева, в этом случае затруднения, возникающие при разрешении этой проблемы, еще увеличиваются.

Месторасположение золотого рудника может оказать огромное влияние на выбор метода обработки и на успешность его применения. Раньше я уже говорил, что для золотых рудников отдаленность или трудность доступа в район имеет меньше значения, чем для рудников цветных металлов. Тем не менее, значительная часть условий, в которых протекает работа, изменяется в зависимости от местонахождения рудника (природные или географические условия) и стоимость может настолько повыситься, что работать окажется невыгодным.

Затяжные морозы отражаются на калькуляции по статье расходов на отопление обогатительных фабрик и жилых помещений, и, иногда, на обогревание воды для фабрик и растворов. Трубопровод должен быть тщательно защищен и здания построены так, чтобы выдержать морозы и снега. Дороги вокруг завода должны расчищаться. Возможны частые перебои в подаче энергии в транспорте. Обычно холодный климат не оказывает прямого влияния на техническую пригодность тех или иных методов обработки, разве только на водоснабжение, но он может часто усложнять работы и т. п. Действительно, у нас на севере холода причиняли иногда неприятности не одному управляющему в отдаленных районах, пока мы не научились заблаговременно готовиться к холодам и заранее предупреждать все возможные осложнения.

Транспорт также играет существенную роль для обогатительной фабрики как и для рудников, особенно при медленности передвижения, ненадежности и дороговизне его в США, как и у нас в СССР.

Он может даже повлиять на выбор схемы, так как для циановых заводов требуется больше оборудования, чем для небольших обогатительных и амальгамационных фабрик. Процесс цианирования и флотации зависит от постоянного, хотя обычно небольшого, запаса химических реагентов, в то время как небольшая амальгамационная фабрика может работать почти бесконечно при сравнительно незначительном запасе ртути, смазочного масла и небольшого количества второстепенных материалов. У нас так же, как и в Америке на севере люди и материалы летом перевозятся на лодках и плотах, а зимой на санях, последнее время на автомобилях, но транспорт очень дорог и сильно увеличивает стоимость материалов. Зимой в северном климате или на больших высотах над уровнем моря часто возможны серьезные перебои в работе транспорта, поэтому обогатительная фабрика должна быть оборудована и снабжена запасами в таком количестве, что могла бы работать без перебоев как летом, так и зимой.

Вопрос о транспортировке руды из рудника на обогатительную фабрику решается в зависимости от чисто местных условий и в некоторых случаях он может сыграть решающую роль при выборе площадки для обо-

гатительной фабрики. В гористых местностях приходится делать выбор между несколькими площадками для обогревательной фабрики, причем для каждого варианта может потребоваться особый вид транспорта: колесная дорога, автомобильное шоссе или, наконец, канатная дорожка. Вопрос стоимости этой дороги играет очень большую роль при выборе площадки для фабрики. Часто возникает вопрос, строить ли обогатительную фабрику на горе у рудника и подвести к ней дорогу для доставки материала и водопровод для доставки воды, или же построить обогатительную фабрику внизу у подножья горы, километрах в пяти от рудника, но зато около дороги и около воды, соорудив воздушную железную дорогу для доставки руды. Второй вариант приемлем скорее для крупных фабрик, чем для небольших, так как постройка большой фабрики у подножья горы будет стоить дешевле, а капиталовложения в воздушную дорогу окупятся благодаря крупным перевозкам руды. Для средних и небольших фабрик лучше выбирать место поближе к рудникам. Тут большую роль играет доставка материалов, которые составляют существенную часть расходов по обработке золотых руд. С этой, а также с других точек зрения, амальгамация является более дешевым методом обработки руды, чем флотация или цианирование. Кроме того, обслуживание амальгамационных фабрик и ремонты на них значительно проще, а в наших отдаленных районах, где материалы обходятся очень дорого, необходимо принять все меры для сокращения количества ремонтов и для этого уделять особое внимание смазке, планово-предупредительному и текущему ремонту и т. п. Подобрать соответствующий персонал для амальгамационной фабрики куда легче, чем для сложных больших фабрик, расположенных в отдаленных районах.

На большинстве обогатительных фабрик Америки электрическая энергия поставляется электрическими компаниями и все оборудование электрифицировано. В новых или отдаленных районах, где нет передаточных линий, вопрос о снабжении энергией не менее сложен в Америке, чем у нас. Если обогатительная фабрика по своему размеру крупная или средняя, то часто оправдывается сооружение своей электростанции и в таких случаях можно использовать водную энергию, пар или дизеля. Выбор между водной энергией и дизелем зависит от наличия и постоянства снабжения водой при достаточном напоре и при относительной стоимости плотин, канав, шлюзных железобетонных сооружений и первоначальных затрат на оборудование, с одной стороны, по сравнению со стоимостью топлива и соответствующего оборудования, с другой стороны. Периодические засухи или сильные морозы зимой осложняют проектирование гидростанций. Если необходимо сделать выбор между паровой или дизельной станцией, то следует руководствоваться качеством воды для котлов, стоимостью дров, угля или нефти, качеством нефти и другими факторами.

При работе в холодном климате может потребоваться топливо для обогрева помещений фабрики. Относительная стоимость различных методов обработки руды может от этого измениться, так как схема, потребляю-

щая большое количество растворов, может создать больше затруднений, чем схема, применяющая меньшее количество воды.

На некоторых цианидных заводах, обрабатывающих мышьяковые, сурьмяные или теллуридные руды, необходим предварительный обжиг руды для получения удовлетворительного растворения золота. В таких случаях расход на топливо может оказаться довольно значительным и иногда настолько, что окажется выгодным заменить цианирование флотацией. На некоторых флотационных обогатительных фабриках топливо применяется для сушки концентратов после фильтрации.

При выборе площадки для обогатительной фабрики существенной проблемой является также место для отвала хвостов и пустой породы: лучше всего строить обогатительную фабрику в таком месте, куда бы хвосты по трубопроводу или желобу смывались вниз на отвалы. Если хвосты содержат большое количество золота, которое может быть извлечено впоследствии при помощи более усовершенствованных процессов (методов), то рекомендуется сооружать специальные хранилища. Обычно это осуществляется путем загона пульпы за плотину; по мере наполнения пруда осевшимся материалом, плотина наращивается. На руднике Том Ридд (в Аризоне) хвосты сохраняются именно таким образом.

Для хранения хвостов иногда пользуются естественными озерами. Хвосты с тех рудников в Кирклэнд Лэйк, штат Онтарио, спускаются в озеро Кирклэнд. Конечно озеро является самым дешевым местом для хвостов, но нужно предусмотреть возможность того, что новейшие усовершенствования в области флотации позволят подвергнуть этот материал вторичной переработке. Поэтому хвосты должны на этот случай сохраниться. Мы в своих проектах должны эту возможность предусмотреть.

Заработная плата обычно является крупным расходом и составляет от 30 до 50% всей стоимости обработки. В основных золотодобывающих районах Америки имеются опытные мастера, обычно очень честные и весьма работоспособные. Однако устаревшие методы работы в некоторых районах сильно укоренились, и не только мастера, но и управляющие часто отказываются от новых усовершенствованных методов или оборудования под предлогом того, что они не практичны. В некоторых случаях поэтому консервативно настроенные работники отсрочили введение флотационного метода для обработки золотых руд.

Такие факты несомненно имеются и у нас в СССР, и надо следить, чтобы этого не было. Не надо, конечно, из-за этого выгонять старых мастеров, но надо их заставить поближе подойти к флотации и другим новым методам, так как при современном состоянии наших фабрик мы имеем очень низкий процент извлечения золота. Этот вопрос надо поручить нашим инженерам и обязать их непрерывно проводить в практике обогащения новые методы извлечения золота. Повторяю, что нас интересуют не только очень крупные фабрики, которых мы в СССР построим две или три и которых в Америке существует тоже не более трех, нас интересуют фабрики сред-

них и небольших размеров — такие, какие наиболее успешно работают в Америке, да и у нас. Кроме того нас всех интересует вопрос об улучшении работы наших действующих, уже работающих фабрик, дающих сравнительно с американскими очень небольшой процент извлечения металла.

Поэтому я считаю необходимым осветить здесь вопрос об американских методах обработки золотых руд, вернее, об основах процесса обработки, насколько это позволяют рамки краткого доклада и ясность изложения. Прежде всего я скажу несколько слов о золотосодержащих рудах Северной Америки, а затем перейду к описанию основных методов и факторов, влияющих на процесс.

Золотые руды с точки зрения переработки могут быть разбиты на следующие группы: 1) руды с высоким содержанием металла, пригодные для отправки на плавильные или аффинажные заводы без предварительной концентрации; 2) легко обрабатываемые или амальгамирующиеся руды, в которых большая часть золота может быть уловлена ртутью после соответствующего измельчения на бегунах или мельницах и без предварительного обжига, выщелачивания или иной вспомогательной переработки; 3) руды, не амальгамирующиеся вследствие тесной связи золота с пиритами, сурьмой или мышьяком, соединения с теллуrom, с трудно амальгамирующимися окислениями, вследствие наличия графита или жировых субстанций; они должны быть подвергнуты переработке не путем амальгамации, а другими способами; 4) руды, позволяющие извлечь часть содержания золота путем амальгамации, но требующие дополнительной переработки другими способами, чтобы дать затем полное извлечение металла. Большинство руд принадлежит именно к этой последней группе; 5) руды, содержащие небольшое количество амальгамирующегося золота вместе с другими цветными металлами, извлечение которых представляется экономически выгодным; 6) высококремнистые руды, часто с низким содержанием золота, имеющие при известных условиях легкий сбыт на свинцовых и медеплавильных заводах (пример наши Березовские руды) для использования в качестве флюсов. За свои качества по флюсованию они могут оплачиваться выше стоимости золота, которое они содержат; 7) руды цветных металлов, в которых золото имеет второстепенное значение. Они имеют значение для общей продукции, но нет надобности рассматривать их переработку в этом докладе.

При определении схемы обработки каждой руды необходимо учитывать много факторов. Наиболее важными из них являются, как мы уже видели: характер руды, вероятная суточная выдача руды, запроектированный срок эксплуатации предприятия, размер капиталовложений, наличие воды. Из прочих факторов, могущих иметь значение в зависимости от местных условий, мы уже указывали на следующие: географическое местоположение, высота и климат; условия транспорта и его стоимость; стоимость материалов; наличие, род и стоимость топлива и энергии; наличие, производительность и квалификация рабочей силы и, наконец, общие экономические условия.

Характер руды, как было указано, является наиболее важным фактором в отношении содержания в ней металла, его распределения, крупности золота и минералогического состава.

Содержание золота в руде имеет определенное влияние на проектирование обогатительных фабрик. Руды с очень низким содержанием металла на тонну могут с успехом разрабатываться только в том случае, если они перерабатываются в крупном масштабе на фабриках с большой производительностью. Фабрика Аляска-Жюно представляет собой классический пример успешного обогащения руд с крайне низким содержанием золота. Для строительства и эксплуатации крупных фабрик необходимы крупные капитальные вложения. Руды с более высоким содержанием металла требуют строительства фабрик меньшего размера и меньших первоначальных капитальных вложений, за исключением тех случаев, когда руда имеет упорный характер и когда неизбежна комплексная дорогая переработка. Исключительно богатый материал, как, например, руда, добываемая в некоторых жилах из обогащенных карманов, может идти прямо на плавку.

Равномерное содержание металла в руде имеет существенное значение. Обоганительные фабрики, рассчитанные на переработку руд, отличающихся постоянным характером, являются наиболее простыми в смысле проектирования и эксплуатации и дают наилучшие результаты. Внезапное увеличение содержания в руде может вызвать высокие потери в хвостах, прежде чем будут приняты меры для изменения принятого на фабрике процесса обработки. На циановых заводах такие колебания целиком нарушают технологический процесс. Крупные рудники в состоянии контролировать содержание металла в руде, подвергающейся переработке, или, по крайней мере, не допускать изо дня в день крупных колебаний путем соответствующего маневрирования забоями в различных частях рудника. На небольших предприятиях эти колебания могут оказаться серьезными факторами в отношении эксплуатации фабрики и могут потребовать некоторые резервы, чтобы обеспечить непрерывную работу в периоды, когда содержание металла в руде бывает низким.

При выборе способа переработки в Америке обращают внимание на размер золотых частиц в руде. Для улавливания крупного золота часто применяется амальгамация или стационарные столы, так называемые пласовые шлюза, покрываемые кусками материи или рифленными планками. Если материал цианирован без предварительной амальгамации, то для полного растворения крупного золота необходимы более длительные периоды выщелачивания (при перколяции эфелей) или более длительная агитация при переработке илов, т. е. увеличенное время контакта.

Если золото встречается в виде очень мелких частиц, руда должна быть очень мелко измельчена. Пределы такого измельчения устанавливаются путем сравнения между ценностью дополнительно извлеченного металла и увеличением стоимости обработки. В этих случаях цианирование, несомненно, является наилучшим способом переработки при условии, что

руда не содержит минералов, препятствующих растворению золота или вызывающих загрязнение растворов. В некоторых рудах мелко распределенное золото содержится, главным образом, в сульфидах, которые путем флотации могут обогащаться в относительно крупном виде и тем самым освобождают от необходимости подвергать тонкому размолу весь рудный материал, применяя цианирование только для концентратов.

Природа минералов, входящих в состав золотых руд, является также очень важным фактором при выборе способа переработки.

В неокисленных золотых рудах часто встречается пирит в тесном механическом соединении с золотом. Полное освобождение золота от этого минерала почти всегда требует очень тонкого измельчения колчеданистых руд. Руды колчеданистые, содержащие много пирита, не дают удовлетворительного процента извлечения золота путем амальгамации. Во многих таких рудах наилучшие результаты получаются при помощи прямого цианирования или же применением флотации. Там, где применяется флотация, за нею может следовать цианирование концентратов или их плавка, а также и цианирование хвостов.

Прочие сульфиды могут иметь то же действие, что и пирит (колчедан), поскольку золото может быть включено в них в тесном механическом соединении. У всех у них есть некоторая склонность загрязнять ртуть, но в большинстве золотых руд сульфиды цветных металлов не встречаются в таком количестве, чтобы причинить затруднения этого рода, за исключением некоторых случаев, когда встречаются сурьма, мышьяк и, в известной степени, висмут. Иногда наличие цветных металлов в руде изменяет способ переработки просто потому, что эти металлы представляют собою дополнительную ценность. На фабрике Аляска-Жюно часть золота связана со свинцовыми концентратами, которые отправляют на плавильный завод вместо того, чтобы перерабатывать их на месте с потерей свинца. На «Испанском» руднике медь, свинец, цинк и барит извлекаются все как отдельные продукты. Золото содержится, главным образом, в медных концентратах, отправляемых затем на завод, где получается черновая медь, из которой золото извлекается затем при электролизе.

Если мышьяк и сурьма встречаются в значительном количестве в золотых рудах, то они причиняют серьезные затруднения. Они вызывают ослабление действия ртути в амальгамации, главным образом, вследствие покрытия ее черным налетом, заставляющим ртуть превращаться в мелкие шарики, не допускают амальгирования золота. Мышьяк и сурьма в некоторых формах могут растворяться в циановых растворах и вызывают высокий расход реагентов; они, кроме того, загрязняют растворы до такой степени, что золото не может растворяться в них.

Теллуриды в некоторых районах США, имеющиеся в больших количествах непосредственно с ртутью, не амальгируются и требуют применения натриевой амальгамы. Они не годятся для прямого цианирования, но растворяются в растворах бромоцианидов. Очень тонкое измельчение при

изобильной аэрации дает иногда возможность освободиться от теллуридов.

Некоторые металлические окислы, карбонаты, гидраты, сульфаты и арсенаты, а также растворимые сульфиды, образуют группу, известную под общим названием «цианисидов». Эти вещества реагируют с цианами, образуя двойные цианы, которые очень медленно растворяют золото и серебро, или же они разлагают цианы и, таким образом, уничтожают их ценность. Растворимые медные соли являются наиболее неприятными «цианисидами», потому что раскисляют растворы, и влияние их не может быть парализовано путем прибавления извести в пульпу. Медные соли могут быть частично устранены предварительной промывкой кислотой или же аммиаком.

Вещества, содержащие углерод в руде, также вызывают увеличение расхода цианидов и мешают осаждению золота из растворов.

Коллоидальные, жирные или тальковые вещества, если они имеются в золотой руде в значительном количестве, могут вызывать серьезные осложнения. Смазочные материалы рудничного или дробильного оборудования очень вредны для процесса амальгамации, если случайно попадают на листы. Тальковые и глинистые руды могут оказывать такое же влияние на амальгамацию, образуя пену, обволакивающую часть золота. Коллоидальные жирные минералы, такие как каолин, причиняют затруднение при флотации путем разубоживания концентратов; они же являются обычным источником неполадок при фильтрации и увеличивают затруднение при цианировании вследствие образования мелкого ила.

Если в руде или в воде на фабрике имеются крепкие щелочи или кислоты, то они часто действуют на медь амальгамационных столов, вызывая цветение листов, образование медных окислов и побочных ртутных соединений. Кислые воды обычно увеличивают расход реагентов при цианировании и флотации. Такова в общих чертах характеристика золотосодержащих руд США, немногим отличающихся от наших сибирских и уральских.

Теперь, перейдем к вопросу о применении к этим рудам основных методов обработки.

Основные методы, применяемые в настоящее время в США для обработки золотых руд, следующие: ручная сортировка, амальгамация, концентрация по удельному весу и при помощи флотации, цианирование и различные комбинации этих методов. Все эти методы мы рассмотрим в перечисленном порядке.

Важное значение в обработке большинства золотых руд имеет ручная сортировка руд до мелкого дробления. Сортировка применяется к материалу, в котором пустая или очень убогая порода смешана с рудой, но по внешнему своему виду отличается от нее. С удалением части пустой породы еще в начальной стадии обработки уменьшается количество тонн руды, подвергаемой мелкому дроблению, измельчению и дальнейшей соответствующей обработке, и поэтому понижается общая стоимость обработки.

На многих рудниках США методы разработки и характер руды дают возможность проводить ее сортировку под землей. На других же рудниках

руда должна быть целиком выдана на поверхность. В последнем случае часто бывает выгодно пропускать ее через грохот и промывать продукт первичного дробления, прежде чем он поступает в транспортер.

На руднике Аляска-Жюно почти половина добываемой руды отбрасывается путем грохочения и ручной сортировки, и эта работа обходится от 13 до 15 центов за отброшенную тонну, остальное же количество обрабатывается на фабрике по цене от 31 до 33 центов на тонну. В отсортированной пустой породе содержится золота 19 центов на тонну, а руда в среднем на руднике содержит 1,10 долл. золота на тонну. В этом случае явно выражено преимущество сортировки руды. Обычно это преимущество не так ясно выявляется, как на руднике Жюно, и этот момент во всех случаях необходимо тщательно исследовать. На некоторых небольших рудниках с богатой рудой сортировка является основным или единственным методом подготовки руды перед отправкой для обработки.

До применения плисовых шлюзов и до введения цианового процесса амальгамация золота ртутью была основным способом извлечения золота из руды. И в настоящее время, особенно на небольших обогащательных фабриках Америки, амальгамация имеет большое значение. У нас ее значение еще больше. Этот процесс разделяется на два главных вида: 1) амальгамация на амальгамационных листах (внешняя амальгамация) и 2) амальгамация в барабанах (внутренняя амальгамация).

При амальгамации на листах руда мелко измельчается на бегунах, или на толчее, или измельчается в шаровых или трубных мельницах и затем пульпа проходит по медным листам (часто покрытым слоем серебра), которые в свою очередь покрыты (одеты) слоем амальгамы. Свободное золото, освобождаемое благодаря дроблению, поглощается ртутью и соединяется с ней, образуя таким образом золотую амальгаму, улавливаемую на листах.

В Америке во многих отдаленных районах работают толчеи; вес каждого места составляет от 300 до 550 кг, причем ставы состоят из 5 толчей. После предварительного дробления в щековых дробилках и гирационных или конических дробилках, описанных мною выше, руда поступает в корыто толчеи. Обычно максимальный размер кусков для питания толчейной ставы колеблется от 2 до 3½ дм. Вода подливается в соответствующем количестве, зависящем от скорости дробления частиц, причем раздробленная пульпа разгружается из разгрузочного отверстия толчейного корыта через решетку. Отверстия решетки определяют максимальный размер частиц, поступающих на амальгамационные или внешние листы. Эти решетки сделаны либо из стального листа с проштампованными отверстиями, либо из стальной латунной или бронзовой проволоки. Отверстия составляют от 12 до 40 меш при обычной работе и зависят от высоты разгрузки с толчейного корыта. У нас толчейных установок почти нет, но, что относится к съемке золота на толчехах, имеет применение и к нашим бегунным установкам.

Иногда в питатели к толчейным ставам прибавляется ртуть, особенно если имеется в наличии большое количество крупного золота, в результате чего создается более длительный период контакта и получается более полная амальгамация. То же самое можно делать и на бегунах. Амальгама, образовавшаяся таким образом, улавливается между пестом и внутренней стороной днища толчейного корыта. Необходимо предотвратить измельчение ртути до пылевидного состояния, благодаря которому ртуть разбивается на массу небольших шариков, которые иногда плавают на воде и не соединяются друг с другом. Обволакиванием ртути называется такое состояние ртути, когда последняя покрывается тонкими пленками, образующимися из металлов, находящихся в руде, или из примесей, содержащихся в самой ртути. Такое состояние ртути может вызвать большие затруднения. Мышьяк и сурьма наиболее способствуют обволакиванию и образуют на ртути черную пленку, в результате чего золото не амальгамируется и не улавливается ртутью. Жир, графит, тальк, глина и подобный материал также способствуют обволакиванию поверхности ртути, благодаря чему требуется механическое отделение. Они обволакивают также и частицы золота, что вызывает большие потери.

Обволакивание ртути происходит также при частичном окислении сульфидных минералов. Для устранения окисления сульфидных минералов при подаче руды добавляется известь. Путем добавления некоторого количества натрия увеличивается процент извлечения золота в трудно обрабатываемых рудах, так как натрий является сильным активатором и устраняет действие многих веществ, способствующих обволакиванию, но в отношении сурьмяных руд натрий не оказывает такого действия. В случае особо сильного обволакивания для удаления примесей и очистки листов рекомендуется периодическая их очистка слабым цианистым раствором или каким-либо другим раствором.

Ранее довольно широко применялась внутренняя амальгамация, т. е. внутри корыта устанавливались небольшие амальгамированные листы. В настоящее время этот способ применяется гораздо реже, и на большинстве фабрик применяется наружная амальгамация.

Ширина наружных амальгамированных листов составляет от 1,2 до 1,5 м, а длина от 1,8 м и более. Амальгамированные листы обычно устанавливаются в последовательном порядке с промежутком между ними 10 см. Они установлены на устойчивых плитах с краями в 5 см и имеют различный уклон, в зависимости от скорости разгрузки и крупности золота. Наклон амальгамированных листов должен быть достаточным, чтобы частички золота в пульпе могли бы свободно двигаться и не скопляться; с другой стороны, при слишком большом наклоне некоторые мелкие частицы золота могут быть снесены поверх листов, не будут соприкасаться с ртутью и не будут, таким образом, амальгамированы. Для обеспечения контакта всех частиц золота с амальгамированными листами желательнее, чтобы пульпа проходила над ними волнообразно. Это может быть достиг-

нута путем правильного и равномерного распределения пульпы у начала амальгамированных листов и увеличения расстояния в несколько дюймов между последующими листами. При амальгамации на наружных листах считается, что пульпа наилучшей плотности должна содержать от 10 до 25% твердых частиц. Вместо амальгамированных листов иной раз применяются стационарные столы, покрытые какой-либо тканью, а также пласовые шлюзы.

Амальгамированные листы очищаются и покрываются ртутью периодически (через несколько часов) в зависимости от качества руды, степени обволакивания, степени обдирания, или обесцвечивания амальгамированных листов под влиянием химической реакции. Очистка, обычно, производится снизу вверх при помощи грубой щетки или резиновым скребком, в результате чего снимается излишек амальгамы. Разбрызгивание свежей ртути производится в необходимых местах, после чего поверхность амальгамированных листов натирается ртутью до тех пор, пока они не будут доведены до соответствующего состояния. Периодически производится тщательный сполосок амальгамы, но не до самого основания, после чего листы вновь тщательно покрываются свежей ртутью. В существующей практике свежая ртуть втирается энергично в амальгаму посредством куска сукна. На некоторых обогатительных фабриках США при снятии амальгамированных листов для очистки, последние немедленно заменяются новыми листами, покрытыми свежей ртутью. Для получения удовлетворительных результатов амальгамации необходимо обращать особое внимание на состояние поверхности листов, и результаты амальгамации зависят в значительной степени от квалификации работника, подготовляющего амальгамированные листы.

Счищенная амальгама промывается горячей водой, очищается от шлихов, сора и пр., отжимается для удаления излишков ртути, затем она укладывается в специальную форму, которая помещается в чугунную реторту, и медленно накаляется до красна. Ртуть испаряется и улавливается в конденсаторе для дальнейшего использования. Остатки золота или губчатая масса расплавляется в графитовых тиглях вместе с соответствующими флюсами, как, например, бура, и затем отливаются в бруски или золотые слитки.

За последнее время многие американские инженеры-металлурги единодушно отказались от применения толчейных ставов как дробильного оборудования, но практические работники и мастера в силу привычки защищают это оборудование.

Мое мнение, что толчеи по сравнению с бегунными чашами и шаровыми мельницами являются менее производительными.

Новые крупные обогатительные фабрики Америки применяют обычно другие методы дробления, и некоторые существующие крупные обогатительные фабрики заменяют по мере износа толчейные ставы шаровыми мельницами.

Исключением является обогатительная фабрика Хомстэк, где на новой фабрике были установлены толчейные ставы для исключительно крупного дробления с последующей обработкой на шаровых мельницах.

Обычно, амальгамация применяется после обработки на бегунах и на шаровых и трубных мельницах, но когда крупные частицы золота имеются в большом количестве, тогда амальгамирование производится в промежуточных стадиях измельчения. Золото лучше всего извлекается на целом ряде амальгамированных листов, причем амальгамирование должно начаться, по возможности, раньше, по ходу процесса. Для улавливания ртути и амальгамы, не оставшейся на неамальгамированных листах, под последними устанавливаются ловушки. Ловушки применяются различной конструкции; обычно, это просто видоизмененные желоба, с довольно высокими краями, предотвращающими перелив тяжелых частиц. На некоторых обогатительных фабриках в качестве ловушек применяются зумфы, очистка которых производится через сравнительно большие промежутки времени.

Амальгамация в барабанах, или внутренняя амальгамация, производится для богатой руды, различных промежуточных продуктов и для тяжелых концентратов, полученных после обработки на столах, обтянутых грубой материей, или после обработки на другом соответствующем оборудовании. Барабан представляет собой стальной цилиндр, в котором для измельчения имеются шары или один или несколько валков. Барабан загружается подачей и ртутью и вращается в течение нескольких часов. Затем материал удаляется из барабана, амальгама промывается на лотках и выпаривается в ретортах, а хвосты подвергаются дальнейшему измельчению с последующим цианированием.

Для успешной работы большинства золотопромышленных предприятий необходима концентрация золотых руд, чтобы получить высокопроцентный продукт меньшего объема. Применяемые методы концентрации основаны либо на разнице в удельном весе обыкновенных жильных минералов, металлических сульфидов и золота, либо на особом характере различных минералов, допускающем применение флотации. Лишь совсем недавно концентрация по удельному весу была единственным методом для обогащения золотых руд. Еще до сих пор способ этот является наиболее распространенным, но за последние годы, благодаря усовершенствованию процессов обогащения и их удешевлению, применение флотации значительно увеличилось, и этот способ получил широкое распространение при обработке золотых руд. Этот метод часто применяется в качестве вспомогательного, но некоторые золотые обогатительные фабрики применяют этот метод как основной и единственный. При проектировании наших новых фабрик и при улучшении старых мы, несомненно, должны серьезно учитывать метод флотации, особенно на обогатительных фабриках для обработки сульфидных руд.

В предыдущей главе были описаны различные приспособления для получения концентратов: столы Вильфлея, столы Дейстера, Ваннеры и т. д.

Поэтому остановлюсь несколько подробнее на стационарных столах, до сих пор применяемых.

На многих обогатительных фабриках Америки применяются плисовые шлюзы, называемые также стационарными столами. Они состоят из плоских наклонных поверхностей, покрытых полосами грубой ткани плиса, косовыми цыновками или грубым холстом. Пульпа льется поверх стола; тяжелые минералы, включая и золото, улавливаются шерстинками плиса или грубой бумажной материи, или между волокнами цыновки, или другого материала, используемого для данной работы. Для улавливания крупных частиц золота применяются также рифленные столы и желоба. Концентраты, собираемые со столов, обтянутых грубой тканью, и с рифленных столов, амальгамируются в барабанах или на лотках, или же цианируются, либо отправляются непосредственно на плавильный завод. Обычно, за исключением некоторых обогатительных фабрик, дальнейшая обработка хвостов производится либо на качающихся столах, либо цианированием, либо флотацией.

Раньше столы, обтянутые грубой тканью, или плисовые шлюзы применялись, главным образом, для отходов и в качестве ловушек для улавливания золота, не задержавшегося на амальгмированных листах или качающихся столах. До настоящего времени они считаются для этой работы превосходными. Позднее плисовые шлюзы стали конкурировать с амальгмированными листами и на некоторых обогатительных фабриках они их совершенно заменили, как это было в Рэнде. На обогатительной фабрике рудника Гранда Голд Майнс (Granada Gold Mines), Квебек, амальгмированные листы были успешно заменены столами, обтянутыми грубой материей вследствие вредного влияния на ртуть органического вещества, содержащегося в воде, применяемой при измельчении (фиг. 153).

Рифленные столы успешно применяются на обогатительной фабрике «Сикстин ту Уан», Аллегхени, Калифорния, где в подаче имеется много крупных частиц золота.

Если приняты меры предосторожности, то похитить золото со столов, обтянутых грубой материей, или с рифленных столов гораздо труднее, чем с амальгмированных листов.

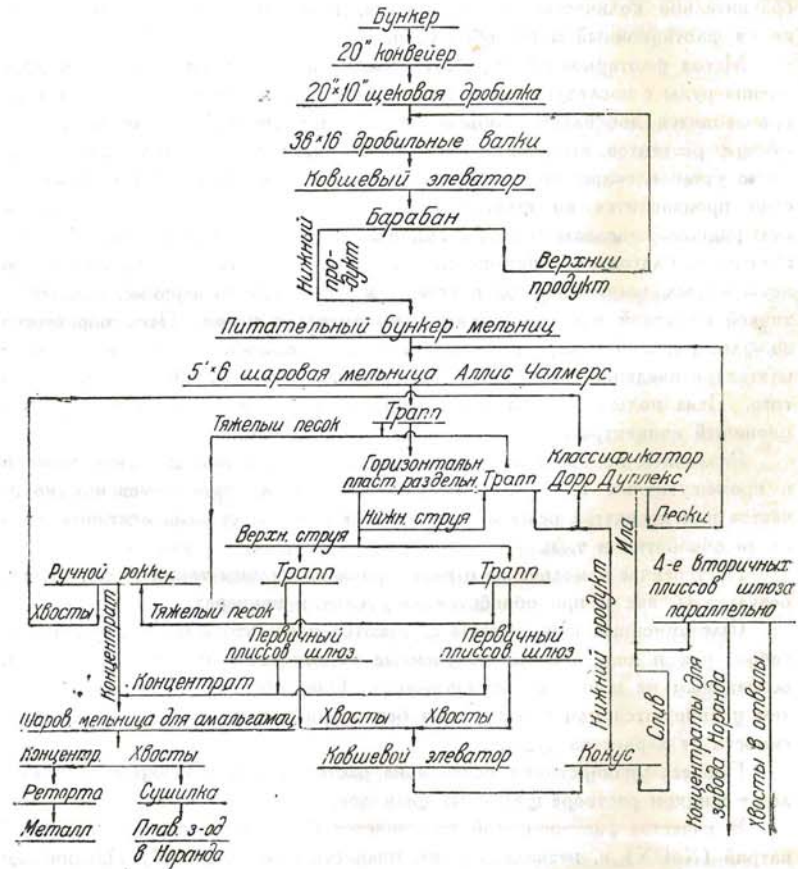
Как я уже сказал, на многих фабриках Америки концентраты получают при помощи качающихся столов, а также ваннеров, описанных выше. Измельченная руда более или менее классифицированная или подобранная по размеру частиц соответственно условиям, подается на стол с самого начала его из небольшого желоба. По мере необходимости добавляется дополнительное количество воды с другого желоба. В процессе работы тяжелые частички оседают на рифленных досках или же остаются на поверхности стола и соскальзывают по наклону, тогда как более легкий материал смывается. Концентраты скопляются в желобах у конца стола, а промежуточные продукты и хвосты — в отдельных желобах, проходящих вдоль нижней стороны. Наклоны, размеры, скорость, плотность пульпы и

количество подаваемой воды изменяются в зависимости от характера руды.

Ваннеры работают примерно по тому же принципу с той разницей, что концентрирование ведется не на поверхности стола, а на передвигающейся ленте. Как и при работе на столах, степень концентрации регулируется путем изменения наклона, подачи и количества воды.

Распределение частиц по размеру и классификация пульпы для обогащения на столах и ваннерах обычно производится в классификаторах механического типа, описанных выше.

Одною из причин низкого извлечения золота на наших эфельных заводах является плохая классификация эфелей, и необходимо на наших заводах установить, вместо выгребных ям, хвостовые классификаторы, типа



Фиг. 153.

Схема обогатительной фабрики на руднике Гранда Голд Майнс, Квебек.

Дорра или типа Эсперанца. Кроме того, нужно промежуточные продукты подвергать вторичному измельчению, затем снова классифицировать и в дальнейшем обрабатывать на столах или ваннерах, или же флотировать и цианировать.

Концентраты, обрабатываемые на столах, согласно американской практике, частично обезвоживаются в сгустителях различных типов, затем фильтруются и подвергаются амальгамации в барабанах, цианированию или плавке, в зависимости от характера концентрата. Обычно концентраты, содержащие крупное свободное золото в большом количестве, обрабатываются в барабанах, а остатки подвергаются цианированию.

При обработке руд, содержащих сульфидные минералы в большом сравнительно количестве, употребляется, главным образом, в настоящее время флотационный метод обработки.

Метод флотационной обработки заключается в предварительном дроблении руды с последующим ее измельчением до минус 48 меш, после чего производится добавление (обычно в агитаторах) соответствующих флотировочных реагентов, выбранных путем испытания или опыта и в количествах, точно установленных практикой. Отделение пустой породы от рудных частиц производится во флотационных камерах, причем металлические и сульфидные минералы пульпы смачиваются небольшим количеством реагентов и, благодаря действию некоторых физических явлений, полностью неуясненных, частички руды пристаю к маленьким пузырькам, покрытым тонкой масляной пленкой частиц руды вместе с пеной. Пена образуется во флотационной камере либо в результате механической агитации, либо благодаря введению воздушной струи под давлением, либо от того и другого. Пена подымается на поверхность и затем снимается, давая флотационный концентрат.

Различные комбинации богатых и более бедных концентратов, хвостов и промежуточных продуктов, получаются в результате изменения количества или характера реагентов, плотности пульпы, степени агитации, скорости обработки и т. п.

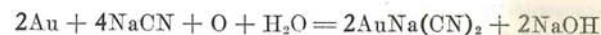
Постепенное измельчение и классификация пульпы также дает хорошие результаты, как и при обработке на столах и ваннерах.

Флотационные концентраты сгущаются и фильтруются таким же способом, как и концентраты, полученные со столов, или другим способом, основанным на принципе силы тяжести. Они, обычно, обжигаются и затем цианируются или цианируются без предварительного обжига, в зависимости от характера руды.

Процесс цианирования основан на растворимости драгоценных металлов в жидком растворе щелочных цианидов.

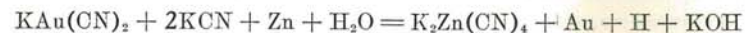
В качестве растворителей применяется в слабом растворе цианистый натрий (NaCN) и, несколько реже, цианистый калий (KCN). Цианистый натрий является более активным на единицу веса, так как действие содержащихся в нем цианов (CN) на 32,65% больше, чем в цианистом калие.

Под действием циановых растворов на золото образуется растворимый удвоенный щелочный цианид, соответственно нижеследующему уравнению, известному под названием «уравнение Эльснера».



Из этого уравнения видно, что кислород в этой реакции имеет существенное значение. Исключительное усовершенствование механического оборудования, применяемого в современной практике цианирования, дало возможность подавать кислород в соответствующих количествах.

Осаждение золота из раствора обычно производится после очищения и деаэрации насыщенного кислородом раствора, посредством контакта с цинковой пылью или цинковыми стружками по следующему уравнению:



Чрезмерное количество цинка в растворах дает в результате отложение цинковых солей; при непрерывном повторном использовании растворов, последние загрязняются, вследствие чего ослабляется способность растворимости золота.

Поэтому не рекомендуется применять излишки цинка в значительном количестве.

Были изобретены различные методы для регенерации цианидов в загрязненных растворах. Одним из этих методов является известный процесс Милльс-Кроу (Mills-Crowe), повсюду применяемый в США к некоторым рудам. На некоторых обогатительных фабриках применяется метод, использующий двуокись серы.

Иногда применяется алюминиевая пыль, преимущество которой заключается в незагрязненном растворе, но она не может быть использована для растворов, содержащих известь.

Почти все золотые руды могут обрабатываться цианированием, хотя некоторые из них обладают такими характеристиками, которые вызывают чрезмерное поглощение реагентов, загрязнение растворов, в результате чего стоимость обработки становится высокой.

Некоторые руды являются настолько упорными, что этот метод не может к ним применяться, вследствие чего он должен быть изменен либо путем введения предварительной обработки, стоящей более или менее дорого, или заменен другим методом, например, флотацией.

Основным препятствием для обработки цианированием являются вещества, известные под названием цианисидов,¹ которые поглощают цианиды и загрязняют раствор. Растворимые сульфиды и сульфаты, соль мышьяковой кислоты, соль сурьмяной кислоты, железные и медные соли, свободная кислота — являются наиболее часто встречаемыми цианисидами.

¹ Буквально: вещества, убивающие циан.

Растворимые сульфиды не только поглощают цианиды, но и благодаря различным реакциям могут вызвать большой расход кислорода и даже вторичное осаждение серебра и золота. Последнее действие может быть частично уменьшено путем поддержания раствора на определенной крепости, в зависимости от руды, подвергаемой выщелачиванию. Свободная кислота разлагает цианиды и является причиной больших потерь крепости путем медленного выделения газообразного HCN .

Это явление может быть устранено путем добавления извести с целью поддержания защитной щелочности раствора. Мышьяковые и сурьмяные минералы дают реакцию с цианидами и разрушают их полезное действие. Иногда образуются соединения, которые дают сильное восстановительное действие или поглощают кислород из раствора и загрязняют раствор до такой степени, что золото в нем не будет растворяться. Для устранения этих явлений подвергают руду предварительному обжигу, но не слишком длительно и не при слишком высокой температуре. Специальный обжиг при температуре не более 450° с последующей обработкой известью до процесса цианирования дает очень хороший результат.

Окисленные медные и железные минералы легко образуют удвоенные щелочные цианиды, благодаря чему происходит чрезмерное расходование реагентов и увеличение стоимости. Присутствие извести не обезвреживает их действия, поэтому приходится прибегать к предварительной промывке кислотой для удаления окисленных минералов.

Другой метод заключается в обработке насыщенного раствора сернистым натрием, а затем серной кислотой (или сернистым газом) в воздухо-непроницаемом аппарате, описанном Ливером и Вульфом в 1928 г. При этой обработке сульфиды серебра, ртути и цинка осаждаются, а медные сульфиды совершенно отделяются. Сульфидами осаждается менее 10% золота, остальное же количество извлекается обычным способом при помощи цинковой пыли после профильтрования серебряных и простых сульфидов и преобразования раствора в щелочной раствор. По этому методу руды, содержащие медь и цинк, растворяющиеся в цианидах, могут обрабатываться без чрезмерного расхода цианидов, и в некоторых случаях добывается медь как побочный продукт. Цианид, соединяющийся в простые соединения с медью и цинком, регенерируется более чем на 80%; более сложные цианидовые соединения, как, например, соль синильной кислоты и соль роданисто-водородной кислоты не регенерируются.

Карбонаты, содержащиеся в руде, поглощают цианиды и вызывают преждевременное осаждение золота. Если они находятся в большом количестве, как, например, в шламах руды Материнской жилы в Калифорнии, то в хвосты уходит значительная часть золота, которое может быть рентабельно извлечено лишь путем флотации.

При применении предварительной амальгамации в чаны цианового завода может попасть некоторое количество ртути. Если ртуть успела окислиться или поступила в виде сульфида, то она растворяется в цианидах,

металлическая же ртуть в циановом растворе не растворяется. В небольшом количестве эти элементы даже полезны, так как они содействуют осаждению в пульпе растворимых сульфидов, а также и осаждению золота посредством цинка в насыщенном растворе, но присутствие ртути и ее окислов в большом количестве вызывает излишний расход цинка.

Теллуристые руды нельзя подвергать немедленно обычной цианистой обработке, они должны быть сначала обожжены, чтобы освободить золото в растворимой форме. При другом методе обработки таких руд их выщелачивают в растворе бром-циана (BrCN); теллуриды, таким образом, растворяются легко, но реагенты стоят довольно дорого. Небольшие количества теллуридов, содержащиеся в рудах Кирклэнд Лэйк, успешно удаляются путем очень мелкого измельчения, длительной обработки от 36 до 40 часов с частой аэрацией и переменой растворов, причем для растворения теллуридов применяется перекись натрия. Некоторые тугорастворимые руды, в том случае, если в них не содержится в большом количестве мышьяк, сурьма, теллур или углерод, могут успешно обрабатываться цианированием при мелком измельчении, так, чтобы 75% пульпы или более прошло через сетку с отверстиями в 200 меш, причем на некоторых обогатительных фабриках практикуется даже еще большее измельчение.

Вся техника цианирования может быть подразделена на четыре процесса: 1) подготовка руды (дробление, измельчение, классификация и т. д.); 2) выщелачивание или растворение золота; 3) отделение из раствора промытой пульпы (сгущение, фильтрация и осветление), и 4) осаждение золота посредством цинка, или какими-либо другими методами. Подготовка руды заключается в дроблении на щековых или жирационных (конических) дробилках, вторичном дроблении в дисковых дробилках, в дробильных валках или толчеях, после чего окончательное измельчение до желаемого размера производится в шаровых или трубных мельницах, с соответствующей классификацией. Измельчение часто ведется в цианистом растворе, что сокращает время, необходимое для последующей агитации.

Выщелачивание производится различными способами, в зависимости от характера обрабатываемого материала. Таким образом, все количество обрабатываемого материала может быть очень мелко размолото и все целиком подвергнуться иловому процессу. Далее материал может быть разделен на ила и эфеля и цианироваться каждый в отдельности, наконец, концентраты можно цианировать одним методом, а хвосты другим.

Выщелачивание эфелей или песков производится в чанах, на ложном дне которых имеется фильтр. Песок загружается вручную или при помощи механических приспособлений, обезжизняется и подвергается последовательному выщелачиванию цианистым раствором, причем обычно каждый последующий раствор для выщелачивания делается слабее предыдущего. Растворы вводятся в чан либо сверху, либо снизу — при небольшом давлении. При последовательном обезжизнении и выщелачивании достигаются лучшие результаты, чем при непрерывном прохождении через растворы, так

как эфеля таким путем поглощают большее количество кислорода, будучи лучше проаэрированы. Иногда в промежутки между выщелачиванием через пески пропускается воздух. В целях продуктивного выщелачивания эфеля должны быть хорошо классифицированы и свободны от илов. При наличии последних эфеля загрязняются, и в результате получается небольшой процент извлечения. На большинстве обогатительных фабрик США выщелачивание производится в трех по крепости цианистых растворах с одной промывкой водой.

Успешное выщелачивание илов зависит от непрерывного движения частичек руды в хорошо продуваемых воздухом цианистых растворах. Руда измельчается в шаровых или трубных мельницах, работающих в замкнутом цикле с классификатором до размера минус 200 меш, причем часто практикуется еще более мелкое измельчение. В некоторых случаях руда измельчается до размера минус 300 меш. Это производится в тех случаях, когда имеется очень мелкое вкрапление золота в пустую породу или же при наличии теллуристых руд. В последнем случае благодаря мелкому измельчению в растворе создается лучший контакт между теллуристыми минералами и кислородом, чем облегчается обработка теллуридов и растворение золота, которое в них содержится.

Измельчение в цианистом растворе является весьма желательным: благодаря этому сильно уменьшается время, потребное для обработки илов в чанах. Для повышения растворимости золота весьма производительным моментом является возможность подвергнуть пульпу агитации и аэрации во время прохождения ее через мельницы, классификаторы и желоба. Измельчение в цианистом растворе имеет широкое применение, за исключением некоторых обогатительных фабрик, на которых амальгамация входит в схему; как было уже упомянуто, цианиды оказывают вредное влияние на амальгамированные листы (растворяют медь), или за исключением тех случаев, когда руда подвергается предварительной кислотной промывке.

По доведению частиц руды при помощи измельчения и классификации до желаемого размера, пульпа подается сначала в сгуститель для уплотнения, а потом в агитационные чаны, где она доводится до желаемой консистенции (плотности) и крепости путем добавления цианистого раствора, находящегося в запасе. Чаще всего применяются агитаторы типа Дорра, Пачука или Брауна. Для агитации пульпы применяется сжатый воздух. Он состоит из стального чана высотой от 9 до 16,5 м, диаметром от 2,1 до 6,6 м, с коническим днищем. Центральная труба установлена таким образом, что открытый нижний конец приходится на 45 см выше днища чана и простирается почти до верха чана, действуя в качестве воздушного нососа (сифона). Пульпа, загружаемая в чан, медленно осаждается на дно и втягивается в центральную трубу потоком воздуха, вводимого в нижний конец трубы. Пульпа, поднимаясь по трубе, тщательно смешивается и агитируется с раствором и воздухом. У верхушки трубы пульпа переливается через край обратно в чан. Недостатки агитатора Пачука заключаются в его высоте, весе и довольно большом расходе энергии. Некоторые руды обра-

зуют вязкую пульпу, прилипающую к стенкам, в таких случаях необходимо производить периодическую очистку агитатора. Потребное количество времени для агитации различных руд может сильно измениться и в каждом отдельном случае определяется испытанием, а также практикой.

Агитаторы системы Дорра описаны в соответствующей главе.

Выщелачивание можно вести или партиями или непрерывно. Выщелачивание партиями может более точно контролироваться, но стоимость обработки будет больше, чем при непрерывной обработке, применяемой в настоящее время почти на всех заводах, обрабатывающих ила. Для обеспечения нужного времени для выщелачивания каждой частицы пульпы и предотвращения преждевременной разгрузки, благодаря короткой циркуляции, производится непрерывная агитация всегда в нескольких чанах, соединенных последовательно. Необходимо применять, по крайней мере, три чана, но большее количество будет лучше, особенно на больших заводах. Один дополнительный чан устанавливается в качестве запасного, что дает возможность выключать для очистки, ремонта и т. д. один из работающих чанов. По прохождению последнего агитационного чана выщелоченная пульпа сгущается в сгустителях типа Дорра, промывается последовательно несколько раз, а затем обрабатывается на фильтрах, описанных в той же главе. На некоторых современных заводах пульпа подвергается непрерывной противоточной декантации. При последнем методе обработки устанавливаются последовательно три, четыре или более сгустителя (уплотнителя). Выщелоченная пульпа и богатый раствор поступают из последнего агитатора в первый сгуститель; большая часть насыщенного раствора переливается через край и направляется для осветления, деаэрации и осаждения золота, в то время как шлам и некоторая часть богатого раствора разгружаются в следующий сгуститель. В этом чане пульпа смешивается со сливом из декантации третьего чана, содержащим гораздо меньшее количество золота. После тщательного перемешивания во втором чане, большая часть растворенного золота, проникшего в чан вместе с пульпой, разойдется по всему раствору, повысив этим его ценность. Осветленный раствор поступает в первый чан, в то время как уплотненная пульпа разгружается в третий сгуститель, увлекая с собой некоторое количество раствора, содержащего золото в меньшем количестве, чем это имелось в растворе, поступающем из первого сгустителя. Этот процесс повторяется в каждом чане, пульпа делается постепенно все более и более бедной золотом в отношении к раствору, поступающему в чан, в то время как основная часть раствора от каждой операции обогащается. В последнем чане добавляется дополнительное количество воды, чтобы можно было вместе с нею отвести выщелоченные шламмы и другие материалы. Ила или шламмы поступают в пруд, отведенный для хвостов, или же поступают на фильтрацию с последующей промывкой.

Цианирование концентратов представляет особую проблему, благодаря их высокому содержанию, большому весу и большому стремлению обра-

зывать мелкий клейкий шлам, чем обыкновенные руды. Как правило, к ним нельзя применить выщелачивание как для эфелей и песков, так как трудно поддерживать предохранительную щелочность, часто происходит закупорка и загрязнение с последующей плохой аэрацией и неравномерной перколяцией, причем для получения удовлетворительного извлечения требуется больше времени на выщелачивание. При обработке в агитаторах концентраты должны быть измельчены более мелко и обычно для них требуются более крепкие цианистые растворы, чем для руды. Крепость растворов, применяемых для обработки различных концентратов, может изменяться от половины до 10 кг на тонну. При обработке концентратов цианиды расходуются обычно в большом количестве и раствор загрязняется больше, чем при обработке материалов с меньшим содержанием золота.

В заключение еще раз скажу, что у нас в СССР большое количество золота снимается с небольших и средних фабрик. Их-то нам и нужно строить, но делать это в соответствии с лучшими американскими образцами, применяя в дополнение к измельчению все новейшие методы концентрации и флотирования с последующей обработкой на заводах с полным иловым процессом.

Особо важным является вопрос о существующих фабриках в большинстве бегунных, которые надо немедленно укрепить и дополнить их оборудование пласовыми шлюзами, столами Вильфлея и Дейстера, флотационными машинами Фаренволда и др. Конечно, тут нужно строго наблюдать за тем, чтобы это укрепление каждой бегунной фабрики не вызвало временных перебоев в работе. У нас это часто бывает из-за неумения организовать работу и при установке добавочного оборудования основное может быть временно приостановлено, чего допускать нельзя ни в коем случае.

Одним словом, в заключение еще раз скажу, что для нас небольшие и средние фабрики являются наиболее важными. Что же касается крупных обогатительных фабрик, то описание их помещено в следующих главах, но еще раз повторяю, что во всем нашем Союзе таким огромных фабрик нам придется построить две или три — не более.

Нам нужны фабрики и заводы, которые стоили бы дешевле, были бы проще, могли бы быть очень быстро построены и освоены.

ГЛАВА ПЯТНАДЦАТАЯ

Схема обработки руды на фабриках компании Аляска-Жюно

Методы обработки руды на обогатительной фабрике «Alaska Juneau Mining Co» представляют для нас особый интерес, потому что на фабрике этой перерабатывается огромное количество руды с низким содержанием золота, сортировка руды производится ручным способом, себестоимость обработки руды очень низкая — ниже, чем на какой бы то ни было другой обогатительной фабрике Соединенных Штатов и Канады.

По количеству перерабатываемой золотой руды фабрика этой компании является самым большим предприятием в Северной Америке.

Фабрика расположена на крутом берегу канала Гастино в южной части Аляски и представляет собой последний тип конструкции, расположенной на косогоре: разница между уровнями верхнего и нижнего уступов — 78,9 м при горизонтальном простирании всего здания в 80,7 м (фиг. 154).



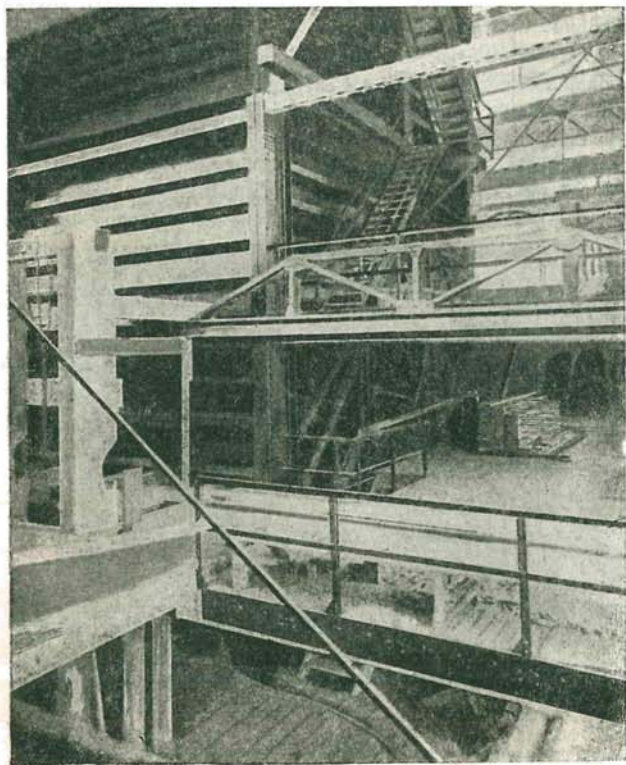
Фиг. 154.

Общий вид обогатительной фабрики Аляска-Жюно.

Руда получается из рудника в десятитонных вагонетках, которые опрокидываются по четыре сразу посредством вращающегося опрокидывателя (tipple'a) (1) и поступают в бункер (2) для крупной руды — емкостью в 1500 т (фиг. 155).

Крупная руда поступает из рудника размерами от мелочи до глыб диаметром в 0,9 м; временами руда мокрая, вагонетки часто полны водой, которая причиняет большой износ питателей и всего оборудования отделения фабрики, предназначенного для грубого или первоначального дробления.

Так как фабрика имеет много отделений и оборудование ее очень сложно, то в дальнейшем изложении каждая машина или каждое приспособление обозначено отдельной цифрой, поставленной в скобках; так, например, опрокидыватель (tipple) обозначен цифрой (1), бункер для крупной руды — цифрой (2), каковые обозначения имеются также и в операционной схеме фиг. 167 и в перечне операций.



Фиг. 155.

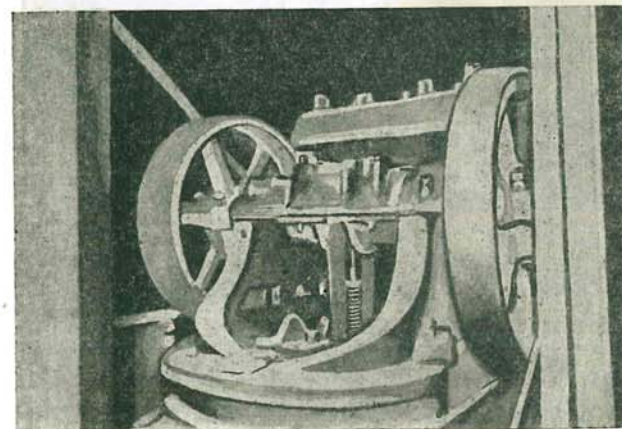
Бункер для крупной руды.

От бункера (2) руда подается при помощи шести питателей (3) (фидеров системы Адамсона) к трем щековым дробилкам (4) (jaw crushers), размерами 36×48 дюймов, установленным на получение продукта в 8 дюймов (фиг. 156).

Каждая дробилка выпускает продукт дробления на колосниковый грохот (5), состоящий из очень прочных стальных 1,5 м брусьев, установленных с промежутками в 10 см. Куски руды размерами более 10 см попадают на 105-см сортировочную ленту (14), скорость движения которой — 24 м в минуту. Куски руды размерами меньше 10 см падают на 105-см конвейер (6), который подает их на ударный вибрационный грохот (impact screen) (7), снабженный решетками из марганцовистой стали с отверстиями в 3 дюйма в квадрате (фиг. 157).

Прошедшие через эту решетку 3-дюймовые куски руды идут в бункер (9), питающий шаровые мельницы. Куски размерами более 7,5-см подаются 82-см конвейером на сортировку. 105-см сортировочная лента, которая выше была обозначена цифрой (14), несет куски руды размерами более 10 см, не прошедшие через грохот, обозначенные выше цифрой (5); как-раз над воронкою вращательной дробилки (gyratory crusher). Руда, отобранная сортировщиками, работающими на ленте, падает как-раз в воронку вращательной дробилки (15), установленную на получение продукта 5 см (фиг. 158).

Над каждой сортировочной лентой работает по четыре сортировщика, которые выбирают руду, оставляя на ленте пустую породу, которая затем относится в отвалы на косяг. Приблизительно 75% всех отвалов получается от сортировки на этих первых лентах. Нужно заметить, что в рудных месторождениях (Alaska Juneau Mining Co) золото встречается вместе со свинцовым блеском, пиритом и цинковой обманкой. Руда заклю-



Фиг. 156.

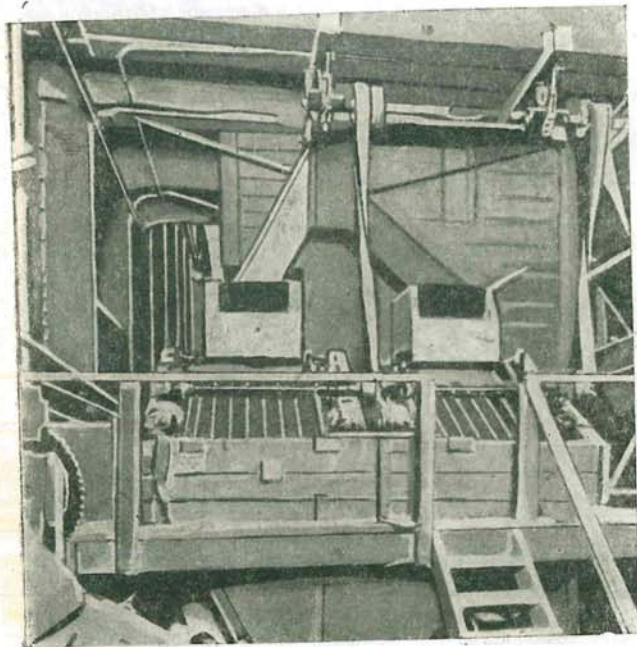
Щековая дробилка 36×48 ''.

чена в неправильных жилах и прожилках кварца, мощностью от 0,3 до 0,6 м в контакте с черными сланцами, а также с коричневым и зеленоватым габбро. Кварц и боковая порода, содержащая прожилки кварца, отбираются сортировщиками, тогда как пустая порода — сланцы и габбро — остаются на ленте и посредством конвейерной системы (17) подаются в отвалы на косогоре (18).

Руда, раздробленная во вращательных дробилках (15), подается конвейером (16) в бункер (9), питающий шаровые мельницы, о чем уже было сказано выше.

Этот раздробленный вращательными дробилками материал так же, как куски руды, прошедшие через 3-дюймовый грохот (7), распределяются в бункере, питающем шаровые мельницы особым конвейером (8). Бункер (9) имеет емкость в 5000 т.

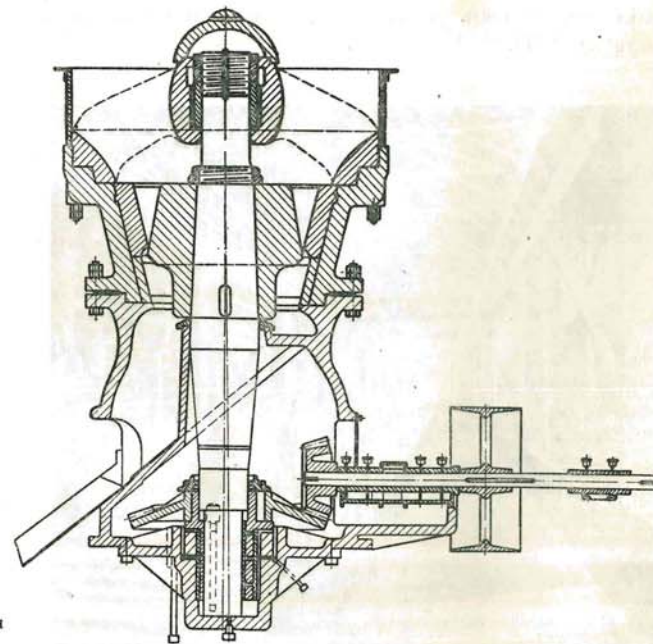
Не прошедшие или, как говорят, не принятые 3-дюймовым грохотом (7) куски руды доставляются в отделение для сортировки мелкой руды, откуда все то, что проходит через промывочные сетки (20), подается на второй 3-дюймовый вибрационный грохот (21). То, что не пройдет через этот грохот, идет на сортировочную ленту (22) со скоростью 34 м/мин. Восемь человек сортировщиков работают на этой ленте, отбирают руду и бросают ее в воронку (23) бункера (24), куда она поступает вместе



Фиг. 157.
Вибрационный
грохот.

с рудой, пропущенной вторым 3-дюймовым вибрационным грохотом (21); пустая порода остается на ленте и относится на тот же отвал (18) на косогоре. Оттуда она подается на вагонетки, которые силой собственной тяги спускаются по косогору и автоматически выгружаются в нижние конвейеры (19), которые подают пустую породу на насыпи, продвинутые на несколько сот футов в глубь залива.

Крутое дно залива или, вернее, морского канала очень удобно для образования высоких насыпей, которые расположены таким образом, что служат в одно и то же время волноломами для защиты бухты от ветра и волн. Средний тоннаж руды, прошедшей через отделение фабрики, предназначенное для предварительного или грубого дробления, составлял в 1926 г. в среднем 9650 т в сутки. Средний тоннаж за последние три месяца 1927 г. достигал 10 000 т в сутки. Дробление производилось в две смены, по 8 часов каждая, двумя дробильными единицами, причем третья была в резерве на случай ремонта, остановок и пр. Остановки работающих единиц случались довольно часто, потому что часто большие глыбы и породы руды попадают в питательные воронки и застревают там настолько прочно, что их надо рвать динамитом. Продукт, подготовленный на первом отделении фабрики для грубого дробления, поступает в следующие отделения для дальнейшей обработки.



Фиг. 158.
Вращательная
дробилка.

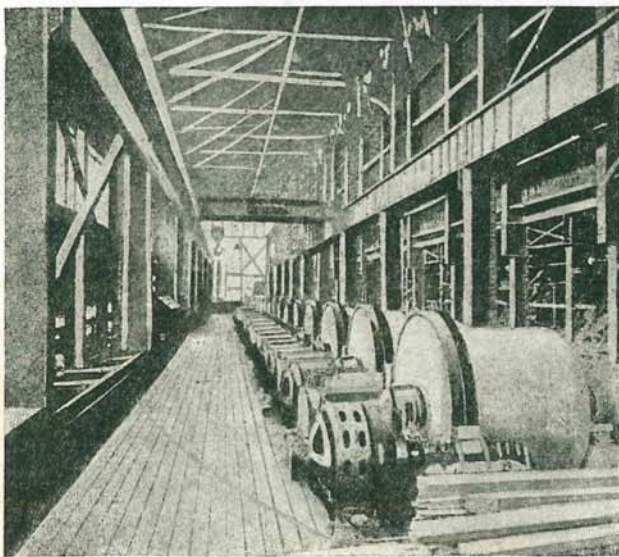
Следующее отделение, предназначенное для дальнейшей обработки руды, занято шаровыми мельницами. Оно оборудовано одиннадцатью шаровыми мельницами размерами 8×6 футов (11), вращающимися со скоростью 22 оборотов в минуту и приводимыми в движение от 225-сильного электромотора.

Мельницы питаются двумя 75-см фидерами (10), которые снабжены счетчиками и которые подают руду на шаровые мельницы посредством особой автоматической капсульной воронки. Внутри шаровых мельниц установлена стальная футеровка. Мельницы загружены 15-см шарами из хромо-никелевой стали общим весом 10 т (фиг. 159).

Выпускная горловина каждой мельницы снабжена особым фланцем специальной конструкции, к которому болтами прикреплена двойная металлическая сетка (12). Внутренняя ее часть изготовлена из $\frac{3}{8}$ -дюймового стального листа с крупными отверстиями диаметром $\frac{7}{8}$ дюйма. Эта внутренняя сетка должна задерживать крупный материал и пропускать только мелочь на внешнюю сетку с отверстиями около 2,4 мм.

Внешняя сетка крепится на внутренней и поддерживается ею.

Не пропущенный этими двумя сетками материал возвращается в питательный ящик шаровых мельниц при помощи ковшевого элеватора (13), имеющего ковши в $17,5 \times 35$ см. На каждые две шаровые мельницы имеется один элеватор. Этот непропущенный цилиндрической сеткой материал может быть также направлен в питательный бункер трубных мельниц (27).



Фиг. 159.

Отделение шаровых мельниц (ball mills) 8×6 футов.

Средняя производительность каждой шаровой мельницы выражается в 355 т за двадцать четыре часа фактического дробления, причем получается продукт, проходящий через сетку с отверстиями около 0,093 дюйма или по американской терминологии, mesh № 8.

Mesh — клеточка в сите или в сетке равна отверстию в сетке + диаметр проволоки. Наиболее употребительные сетки имеют следующие размеры.

Таблица 46. Стандартная шкала сеток

№ сетки mesh	Отверстие сетки		Диаметр проволоки	
	в дюймах	в мм	в дюймах	в мм
4	0,185	4,699	0,065	1,651
6	0,131	3,327	0,036	0,914
8	0,093	2,362	0,032	0,813
10	0,065	1,651	0,035	0,889
14	0,046	1,168	0,025	0,635
20	0,0328	0,833	0,0172	0,406
28	0,0232	0,589	0,0125	0,330
35	0,0164	0,417	0,0122	0,305
48	0,0116	0,295	0,0092	0,228
65	0,0082	0,208	0,0072	0,177
100	0,0058	0,147	0,0042	0,101
150	0,0041	0,104	0,0026	0,076
200	0,0029	0,074	0,0021	0,051

Номер сетки в то же время означает, сколько в одном дюйме находится делений или клеточек (mesh). Так, например, сетка № 10 имеет в одном дюйме 10 делений, равных каждое $0,065 + 0,035 = 0,1$ дюйма (0,25 см).

Таблица 47

Входящий материал			Выходящий материал		
Дюймы	% каждого размера	% всего	Mesh или сетка №	% каждого размера	% всего
Более 4	6,64	6,64	Более + 10	2,0	2,0
3	7,12	13,76	+ 14	9,2	11,2
$2\frac{1}{2}$	4,76	18,52	+ 20	11,19	23,2
2	8,70	27,22	+ 28	10,5	33,6
$1\frac{1}{2}$	10,39	37,61	+ 35	12,5	46,1
1	21,18	58,59	+ 48	10,5	56,8
$\frac{1}{2}$	21,26	89,08	+ 65	8,8	65,1
			+ 100	12,8	77,4
			+ 150	7,3	84,7
Менее $\frac{1}{2}$	19,95	19,95	Менее — 150	15,3	15,3

Типовой анализ материала, подаваемого фидером в шаровую мельницу, и продукта, выходящего из горловины мельницы, может быть представлен таблицей 47 (стр. 301).

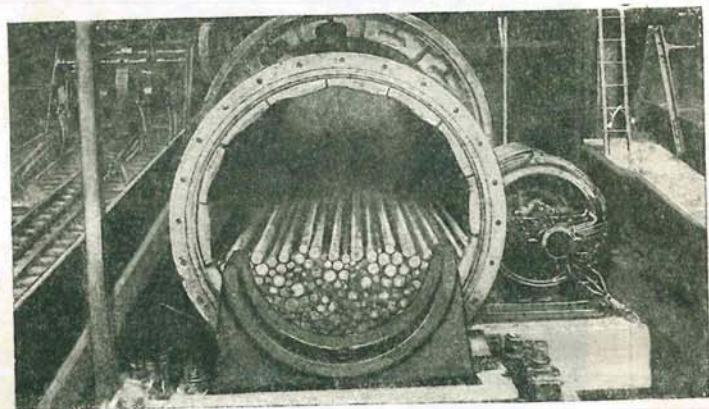
Материал, который идет для питания шаровых мельниц, получается весь после дробления его во вращательных дробилках (15) или после пропуска через грохот (7). Эти дробилки приходится устанавливать фактически на размер менее 3 дюймов, потому что руда и пустая порода склонны дробиться в виде продолговатых плиток, которые затем плохо размалываются в мельницах и затрудняют подачу через горловины мельниц. Отчасти поэтому приходится сортировать несколько раз материал, пропускать его через несколько грохотов и вибрационных решеток, прежде чем пустить в шаровые мельницы.

В последнее время поставлена еще одна шаровая мельница, которая является дополнительной, но которая работает не при помощи шаров, а при помощи стальных прутков. Футеровка этой мельницы (rod mill) изображена на фиг. 160.

Расход стали (шаров и пр.) и энергии на тонну раздробленного в шаровых мельницах материала определяется в следующих цифрах:

6-дюймовых шаров хромистой стали на 1 тонну породы	1,0754	англ. фун.
Брусьев марганцовистой стали, уложенных:		
а) в средней части мельницы	0,2965	" "
б) во входящем конце мельницы	0,0739	" "
Решетки марганцовистой стали	0,0493	" "
Расход энергии	9,8658	kWh

Как мы уже видели, шаровые мельницы (11) питаются материалом, вышедшим из вращательных дробилок (15), установленных на 5 см, и



Фиг. 160.

Прутковая мельница Allis Chalmers'a в соединении с классификатором Dorr'a.

материалом, прошедшим через вибрационный грохот (7). Материал, который отбирается в сортировочном отделении, и тот, который прошел через второй 3-дюймовый вибрационный грохот (21), подается для вторичного дробления в бункера (24) для питания двух вращательных дробилок (25), установленных для дробления до 1½ дюймов (фиг. 161).

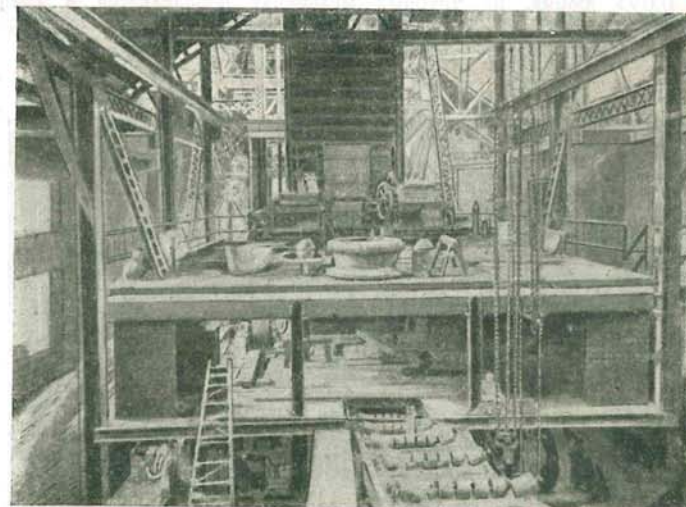
Продукт из этих вращательных дробилок подается при помощи специального конвейера (26) в бункер (27), питающий трубные мельницы (28) (tube mills).

Типовой анализ этого продукта указан в табл. 48.

Таблица 48

Размер в дюймах	% каждого размера	% всего	Размер в дюймах	% каждого размера	% всего
Более + 2½	4,94	4,94	Более + ¾	18,81	75,27
" + 2	12,78	17,72	" + ½	7,96	83,23
" + 1½	14,56	32,28	" + ¼	8,78	92,01
" + 1	24,18	56,46	Менее - ¼	7,99	7,99

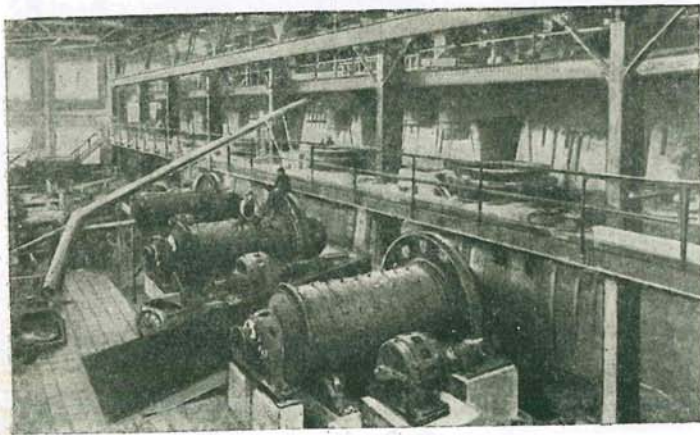
В этом отделении работает пять трубных мельниц (28), превращенных в шаровые мельницы, с приводом от 150-сильных электромоторов и при числе 25 оборотов в минуту (фиг. 162).



Фиг. 161.

Отделение для вторичного дробления (secondary crushers): бункер, фидера, вращательные дробилки и конвейер.

Кроме того, в том же отделении работают два комплекта прутковых или стержневых мельниц 60×150 см, которые заменили ранее стоявшие там еще три трубных мельницы, которых было всего восемь. Руда из бункера (27) спускается самотеком в питающие ящики трубных мельниц, причем скорость подачи материала из бункера в ящик автоматически согласована со скоростью подачи из ящика в трубную мельницу. В трубных мельницах уложены продольные бруски из стали местной отливки; решетки имеют прорезы в 0,12 см, тогда как в шаровых мельницах прорезы решеток устроены шириною в 2,5 см. На выпускных горловинах трубных мельниц надеты двойные цилиндрические сетки (29), такие же, как и на шаровых мельницах. Материал, не пропущенный этими сетками, возвращается к питающему ящику мельницы при посредстве ленточного подъемника (30). В трубных мельницах используют старые шары, ранее работавшие в шаровых мельницах, добавляя некоторое количество свежих 6-дюймовых шаров. При замене футеровки шаровых мельниц старые шары обычно перекалываются в трубные мельницы, куда загружают обычно до 10 т шаров. Когда трубные мельницы не заняты обработкой материала, подаваемого из сортировочного отделения и со второго 3-дюймового вибрационного грохота (21), к ним подают материал, не пропущенный двойными сетками (12) шаровых мельниц. Большой процент этого материала состоит из габбро, который с большим трудом поддается дроблению. Средний выход продукта, проходящего через сетку № 8 с отверстиями около 0,093 дюйма, на трубных мельницах определяется в среднем в 160 т за 24 часа фактического дробления. Среднее потребление



Фиг. 162.

Отделение трубных мельниц (tube mills).

стали и энергии на одну тонну продукта определяется в следующих цифрах.

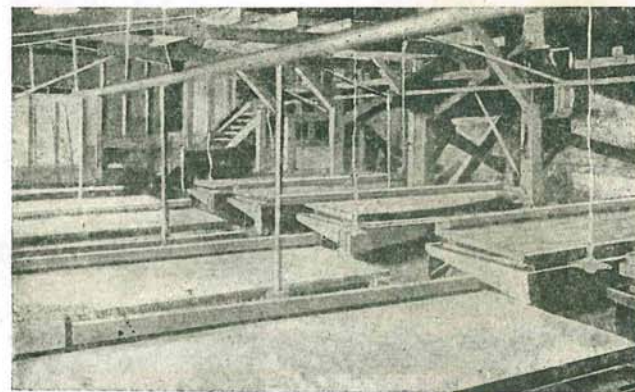
6-дюймовых шаров хромистой стали	2,3754	англ. фун.
Местной отливки стальных брусков для средней части мельниц	2,2410	" "
То же, уложенных во входящем конце мельницы	0,0988	" "
Решётка из стали местной отливки	0,1481	" "
Расход энергии	12,771	kWh

Продукт шаровых и трубных мельниц, прошедший через сетку с клеточками (mesh) № 8, соединяется вместе и подается по желобам (31) к классификатору (32). То, что переливается через классификатор, идет в чан (33) для осаждения. То, что выгружается через нижние выпускные отверстия классификатора, идет к механическому распределителю (35), который питает первые четыре стола Дейстера (36) в концентрационном отделении фабрики. Продукт, осевший в чане (33), имеющем форму конуса, подается на последние четыре стола (38) концентрационного отделения, а жидкость из чана декантируется.

Со столов получают три продукта: тяжелый концентрат (шлах), средний концентрат и легкие продукты или «хвосты» (tailing), которые идут в отвалы (18).

Столы системы Дейстера, с позднейшими усовершенствованиями, обрабатывают по 50 т за 24 часа каждый, причем тяжелых концентратов или шлахов получается 50—55%, средних — около 10%, а остальное идет в отвалы.

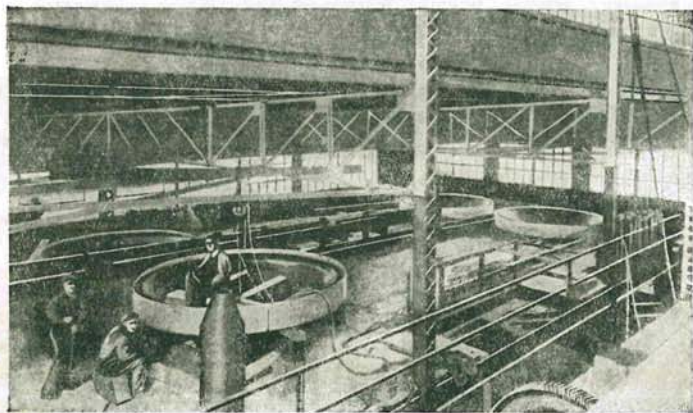
Средний концентрат идет на столы Вильфлея (49), где от него отделяются легкие хвосты, идущие в отвалы (фиг. 163). Тяжелый кон-



Фиг. 163.

Отделение концентрационных столов.

центрат со стола Вильфлея (49) соединяется с тяжелыми концентратами со столов Дейстера (36 и 38); все это просеивается через цилиндрическую сетку или барабанный грохот (39) и идет к классификатору Дейстера (41). То, что переливается через этот классификатор, идет в конусообразный чан (42) для осаживания, а то, что выпускается через нижнее отверстие классификатора, идет на концентрационный стол (43). Продукт, осевший в чану (42), подается после декантации на второй концентрационный стол (44) и с этих двух столов получают четыре продукта: во-первых, высококачественный золотой концентрат, который идет в амальгамационную бочку (64); во-вторых, отправочный концентрат, который содержит в себе свинцовый блеск, пирит и золото и отправляется для переплавки в Соединенные Штаты; в третьих, получается так называемый средний (промежуточный) концентрат (middling) и, наконец, легкие «хвосты», которые просеиваются через стационарное сито (48). То, что не прошло через сито, идет в зумф (50), а потом — на перемол, а то, что прошло сквозь сито, соединяется со средним концентратом и вновь идет в переработку на столе (47). С этого стола снимаются три продукта: золотой концентрат, который идет в амальгамационную бочку (64), отправочный концентрат, который посылается в Соединенные Штаты, и, наконец, «хвосты», которые идут в зумф (50). Все, что попало в зумф (50) после различных операций, целиком идет в переработку на трубных (кремневых) мельницах (54) размерами 5×5 футов, загруженных кремневой галькой. После переработки на этих мельницах (54) (pebble mills) продукт подается элеватором (51) с 5×10 -дюймовыми черпаками к коническому классификатору (52) (фиг. 164). То, что выпускается снизу этого классификатора, при помощи (53) черпачного колеса (hsovel wheel)

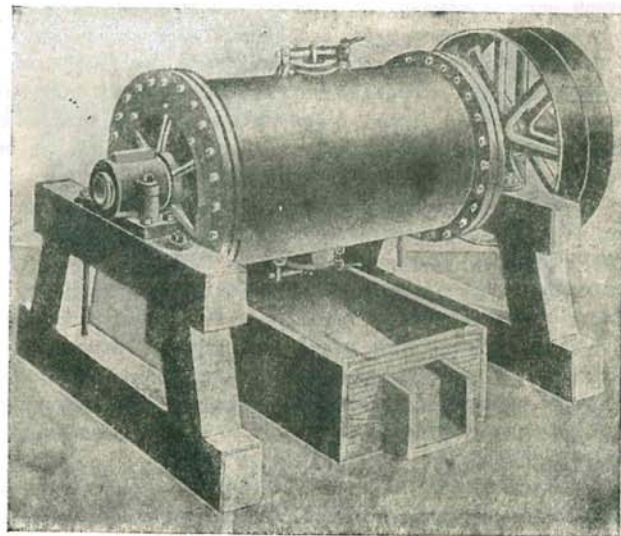


Фиг. 164.

Классификаторы во время сборки.

подается снова в питательную воронку трубной мельницы с кремневой галькой, а то, что переливается через верх конического классификатора, соединяется с продуктом, выходящим из мельницы (54). Весь этот продукт при помощи центробежного насоса (55) перекачивается в отстойный чан (56). Осевший в чане продукт подается в 6-крановый классификатор или в 4-крановый классификатор Дейстера (57), которых имеется два. Выход из этих классификаторов идет к 6 или 8 концентрационным столам (58) в зависимости от того, какие классификаторы были в употреблении: 6-крановый или два 4-крановых.

С этих столов снимаются, во-первых, тяжелый концентрат, который идет на отделочный стол (59) для окончательной концентрации, затем «средний концентрат», который посылается в зумф (50), и легкие «хвосты», которые идут в отвалы. Как было сказано, тяжелый концентрат со столов (58) идет на отделочный стол (59) и после переработки получают: высокосортный золотой концентрат, который идет в амальгамационную бочку (64), отправочный концентрат и «хвосты», которые направляются в зумф. То, что переливается или декантируется из чана (56) и из классификатора (57), а также из чана (42), все это вместе перекачивается в чан (61) для осаживания и декантации. Осевший продукт из чана (61) проходит через два иловых концентрационных стола (62), на которых получают: отправочный концентрат, средний концентрат (промежуточный), который снова идет на стол (47) для переработки, и пустая порода или легкие «хвосты», которые идут в отвалы.



Фиг. 165.

Амальгамационная бочка (amalgamation barrel).

Высокосортный золотой концентрат, который собирается вместе после переработки на нескольких сериях столов, обрабатывается вместе со ртутью в амальгамационной бочке (64) (фиг. 165). Для размола и отдирки породы кладется в ту же бочку кусок стального вала около 12,5—15 см диаметром. Этот кусок вада не только отдирает частицы породы и сдирает «черную рубашку с золота», он также очищает внутреннюю поверхность бочки от амальгамы, которая обязательно прилипла бы к стенкам бочки, если бы не было в ней положено указанного куска толстого вала.

Амальгамационная бочка легко на ходу очищается от амальгамы через устроенные в ней отверстия. Амальгама из бочки попадает в механический желоб (65), где от нее отделяется большой процент свинцового блеска. То, что остается в желобе, тщательно собирается и отправляется в лабораторию фабрики. Здесь амальгаму сначала разжижают путем прибавления к ней добавочного количества ртути, затем протирают в ступке, чтобы все примеси и нечистоты всплыли наверх.

Когда вся грязь сверху снята, тогда отнимают лишнюю ртуть через замшу или очень плотную крепкую ткань. Иногда эту операцию делают под специальным прессом, иногда пользуются небольшой центрифугой (66).

Так или иначе, но лишняя ртуть отделяется, а «сухая» амальгама, содержащая в себе золото, остается. Затем, приступают к процессу отгонки всей ртути из амальгамы, что делается посредством нагревания амальгамы в специальной реторте (67) (фиг. 166).

Реторта наполняется сухой амальгамой не более, как на $\frac{3}{4}$ ее объема. Внутри реторты обмазывается мелом, снаружи иногда обматывается асбестом, чтобы сделать процесс нагревания более медленным: должно пройти не менее часа времени, чтобы реторта постепенно прогрелась и пары ртути начали отделяться и проходить по трубке в конденсатор, по которому все время течет вода. Ртуть, ступившаяся в конденсаторе, собирается по каплям в чашечке, наполненной водой и поставленной под выходным краем конденсатора.

Мало-по-малу ретору доводят до темнокрасного цвета, затем на полчаса, не более, нагревают до светловишневого цвета, но делают это только тогда, когда при темнокрасном нагреве пары ртути уже не будут выделяться. Затем дают реторте возможно медленно и понемногу остыть. Когда реторта стала совершенно холодной, ее открывают и вынимают из нее содержимое: обычно в ней получается губчатая масса золотистого цвета, меняющегося в зависимости от примесей, которые всегда имеются в золоте. Во всяком случае, губчатая масса должна быть светлого цвета: темный и темносерого цвета указывают на то, что процесс выделения ртути не был закончен.

Губчатую массу после этого необходимо расплавить в тигле (68). Для этого ее разбивают на куски и укладывают в графитовый тигель, ко-

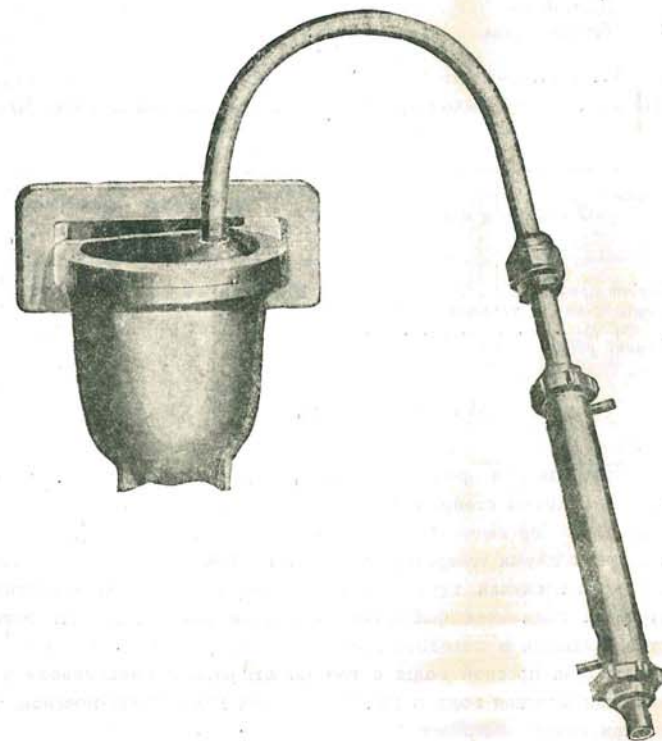
торый заранее нагревают до соответствующей температуры. Перед тем как класть золотую губчатую массу в тигель, туда добавляют некоторое количество буры, которая в этом процессе играет роль флюса. Иногда в качестве флюсов прибавляют и другие реагенты в зависимости от тех примесей, которые имеются в золотой губчатой массе.

Независимо от того, какие флюсы применяются для образования шлаков, буру все-таки нужно прибавлять для того, чтобы поверхность расплавленного золота все время была покрыта тонким слоем расплавленной буры.

Когда все золото в тигле хорошо расплавилось, его промешивают и выливают в заранее подогретые металлические формы (69).

Внутреннюю сторону форм перед этим слегка прокапчивают над бензиновой или керосиновой коптилкой, или смазывают салом, которое сгорает на горячей внутренней поверхности формы и дает легкий налет копоти.

Затем, золотые слитки постепенно охлаждают, вынимают из форм и приготавливают к отправке, как это описано в первой части книги.



Фиг. 166.

Реторта и конденсатор.

«Отправочные» концентраты, снятые со столов (43), (44), (62), по желобам подаются в баки-отстойники с фильтрующим дном. После удаления воды концентрат лопатами выбрасывается из баков и подвергается сушке на 2—3 дня, после чего его грузят в мешки из двойной холстины и отправляют в Соединенные Штаты на переплавку. Концентраты, полученные со столов (47) и (59), собираются в маленьких ящичках, устроенных в конце каждого из этих столов, и также грузятся в мешки для отправки.

Партия таких концентратов отправляется с фабрики каждые 10—12 дней. «Отправочные» концентраты содержат около 60% свинца.

Средняя себестоимость различных операций, вместе с фабричными накладными расходами, считая действительный тоннаж по выходам каждой отдельной операции, представлена в табл. 49.

Таблица 49

Первоначальное или грубое дробление руды	3,77	цента на тонну
Сортировка и удаление пустой породы	13,04	" " "
Дробление в шаровых мельницах	25,95	" " "
" " в трубных	32,61	" " "
Концентрация	2,21	" " "
Переработка	19,00	" " "
Тонкий размол	31,68	" " "

Общая стоимость всех операций по сортировке и обработке, исчисленная по тоннажу выхода руды из рудника, указана в табл. 50.

Таблица 50

О п е р а ц и и	Заработная плата	Энергия	Материалы	В с е г о
	центов на тонну			
Грубое дробление	1,79	0,31	1,67	3,77
Сортировка и удаление пустой породы	4,77	0,29	2,22	7,28
Тонкий размол	4,42	2,89	6,68	13,99
И т о г о	10,98	3,49	10,57	25,04

Энергия для производства всех операций получается от гидроэлектрических силовых станций мощностью в 8000 kW. Средняя нагрузка станций редко превышает 5500 kW. В качестве резерва имеется паровая станция с двумя генераторами в 2000 и 6000 kW, но она пускается в ход только на случай перерыва снабжения от гидроэлектрических станций. Пресная вода всех фабричных операций имеется в достаточном количестве. Однако, в холодное время приходится качать соленую воду, потому что подача пресной воды с гор по открытому водопроводу уменьшается. Соленая морская вода в холодное время года лучше пресной, так как она не так скоро замерзает.

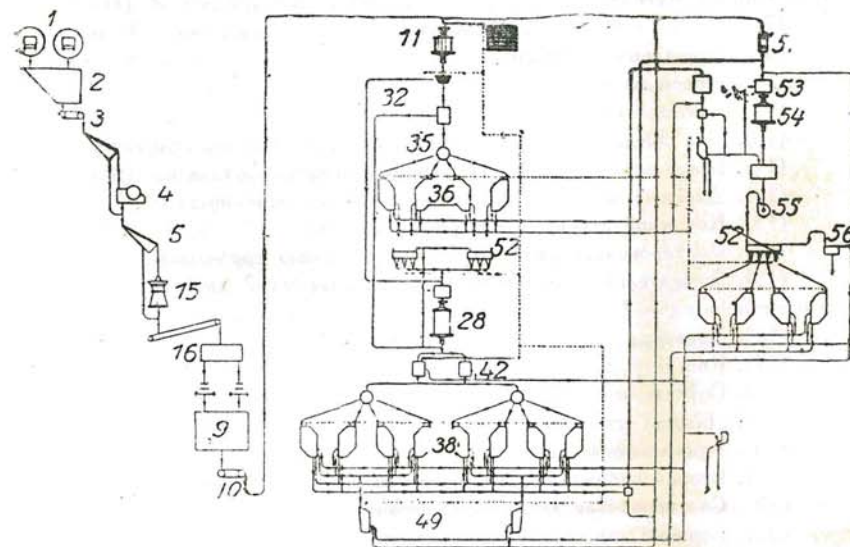
«Alaska Juneau Mining Co» имеет собственные пристани и склады, куда причаливают морские суда для отправки концентратов и для выгрузки нужного для фабрики снабжения.

Компания имеет большие склады и магазины для хранения как технических материалов, так и снабжения для рабочих и служащих. Имеется, затем, литейная мастерская с электрической печью для производства самых необходимых отливок — шкивов, шестерен, прокладок и пр. Лом с фабрики используется в литейной. Наконец, имеется большая механическая мастерская, где производятся все необходимые ремонты, и котельная мастерская для производства мостовых и иных клепальных работ.

Самой интересной чертой фабрики является отборка ручным способом большого процента пустой породы и получения, благодаря этой операции, продукта такой высокой стоимости, что он оправдывает расходы по дорогому тонкому размолу. За 1926 г. добыто было более 3,5 миллионов тонн рядовой руды и более 56% пустой породы было из этого количества отобрано вручную.

В виду характера залежей этой руды, добыча ее в таком большом масштабе и экономически выгодная обработка ее другими способами на фабрике считается невозможной.

Механический процесс обработки золотых руд на этой фабрике оканчивается тем моментом, когда тяжелые золотые концентраты отпра-



Фиг. 167.

Схема обработки руды на фабрике Аляска-Жуно.

входят в лабораторию фабрики для переплавки, а более легкие, так называемые средние или «отправочные концентраты», посылаются в США для дальнейшей их обработки.

Что же касается местной механической обработки руды, как она производится на фабрике Жюно; считаю нужным отметить, что процесс обработки очень длинен и сложен.

По существу он разделяется на три отдельных стадии: первоначальную или грубую обработку, на тонкую обработку и на лабораторные операции. Чтобы легче было усвоить весь этот длинный процесс переработки, считаю полезным еще раз проследить порядок прохождения руды по различным стадиям рабочих процессов.

Порядок операций, которым подвергается руда во время обработки на обогатительной фабрике компании Аляска-Жюно (фиг. 167), приведен ниже.

А. Грубая обработка руды

- (1). Опрокидыватель вагонеток (tipple).
- (2). Бункер для руды 1500 т вместимостью.
- (3). 6 питателей для щековых дробилок.
- (4). 3 щековых дробилки 36×48 дюймов.
- (5). Колосниковые грохоты с отверстиями в 4 дюйма.
- (6). 42-дюймовый конвейер, подающий руду к вибрационному грохоту (impact screen).
- (7). Первый вибрационный грохот с просветами решетки в 3 дюйма.
- (8). Специальный конвейер, распределяющий руду в питательном бункере шаровой мельницы.
- (9). Питательный бункер шаровых мельниц емкостью в 5000 т.
- (10). Два 30-дюймовых питателя перед шаровыми мельницами.
- (11). Шаровые мельницы 8×6 дюймов и одна прутковая.
- (12). Двойные металлические сетки шаровых мельниц.
- (13). Ковшевой элеватор у шаровых мельниц.
- (14). Сортировочная лента перед вращательной дробилкой.
- (15). Вращательная дробилка, установленная на 2 дюйма (Gyratory crusher opening — 2 дюйма).
- (16). Конвейер, подающий руду в бункер (9).
- (17). Конвейер для пустой породы.
- (18). Отвалы на косогоре.
- (19). Нижний конвейер.
- (20). Промывочные сетки.
- (21). Второй вибрационный грохот с просветами решетки в 3 дюйма.
- (22). Сортировочная лента после грохота.
- (23). Воронки под сортировочной лентой.
- (24). Бункер для руды, выходящей из грохота (21), так же как и для руды, отсортированной на ленте (22).

- (25). Две добавочные вращательные дробилки, установленные на $1\frac{1}{2}$ дюйма (secondary crushers).
- (26). Конвейер от добавочных дробилок к бункеру (27).
- (27). Бункер трубных мельниц.

Б. Тонкая обработка руды

- (28). Пять трубных мельниц и две прутковых мельниц.
- (29). Двойные цилиндрические сетки трубных мельниц.
- (30). Ленточный подъемник.
- (31). Желоба, ведущие к классификатору.
- (32). Классификатор.
- (33). Отстойный чан для охлаждения.
- (34). Подача к распределителю.
- (35). Механический распределитель, питающий концентрационные столы Дейстера.
- (36). 4 первые концентрационные стола Deister Simplex.
- (37). Желоба для подачи.
- (38). 4 последние концентрационные столы Deister Simplex.
- (39). Барабанный грохот.
- (40). Подача к классификатору.
- (41). Классификатор Дейстера.
- (42). Отстойный чан.
- (43). Первый концентрац. стол { для подукта, полученного
- (44). Второй концентрац. стол { из классификатора (41)
- (45) и (46). Промежуточные желоба.
- (47). Третий концентрационный стол той же группы.
- (48). Стационарная сетка (сито).
- (49). 6 концентрационных столов Вильфлея.
- (50). Зумф.
- (51). Элеватор.
- (52). Конический классификатор.
- (53). Черпачное колесо.
- (54). Трубные мельницы 5×5 футов с кремневыми гальками.
- (55). Центробежный насос.
- (56). Отстойный чан.
- (57). Один шестикрановый или два четырехкрановых классификатора системы Дейстера.
- (58). 6 или 8 концентрационных столов.
- (59). Отделочный концентрационный стол.
- (60). Желоб для подачи.
- (61). Отстойный чан.
- (62). Два иловых концентрационных столов.

В. Лаборатория

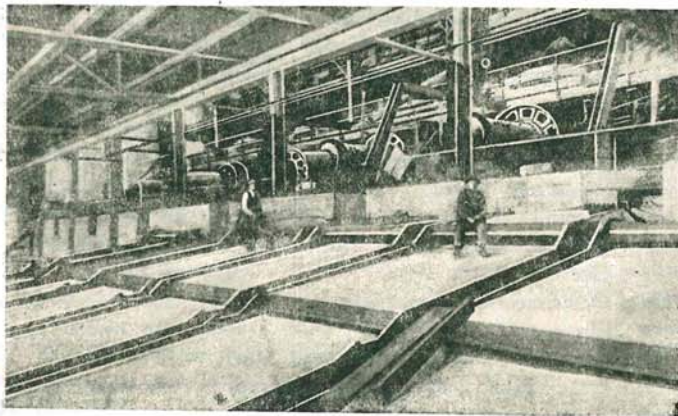
- (63). Конвейер в лабораторию.
- (64). Амальгамационная бочка.
- (65). Механический желоб.
- (66). Центрофуга для выделения излишка ртути.
- (67). Реторта для отгонки паров ртути.
- (68). Плавильные тигли.
- (69). Металлические формы для получения золотых слитков.

Как видно было из описания процесса обработки руды, получено было после и во время всех операций три продукта:

- а) пустая порода, пустые илы и пески, которые были посланы в отвалы;
- б) тяжелый золотой концентрат, который отправляется в лабораторию фабрики на окончательную переработку;
- в) «отправочный» концентрат, который и отправляется в США для дальнейшей переработки.

Этим заканчивается обработка руды на обогатительной фабрике компании Аляска-Жюно.

На этой фабрике не употребляются совершенно амальгамационные столы. Вся руда проходит через сортировку, размол и концентрацию. Последние операции делаются настолько тонко, что тяжелые золотые концентраты поступают прямо в амальгамационную бочку, а затем — на механический желоб и в реторту.



Фиг. 168.

Отделение амальгамационных столов.

Этот путь признан самым лучшим и дешевым для аляскинской, бедной по содержанию золота, руды.

Однако, на большинстве американских обогатительных фабрик обычно вводятся промежуточные амальгамационные столы, по которым проходит продукт после обработки его на шаровых и трубных мельницах¹ (фиг. 168).

Такие столы раньше были и в Жюно, но потом их сняли и применили такой способ обработки, который практикуется теперь.

В третьей части книги будут описаны применяемые в Америке способы цианирования золотых руд.

¹ Иногда после обработки — на толчеях и бегунах.

ГЛАВА ШЕСТНАДЦАТАЯ

Схема обработки, амальгамации и цианирования золотых руд на фабриках компании Хомстэк в Южной Дакоте

Как я уже указывал в главах XI и XII настоящей книги, компания Хомстэк по добыче и обработке золотых руд представляет собой одно из крупнейших американских золоторудных предприятий, на котором до сих пор сохранились толчеи. За весьма продолжительный срок работы фабрики по извлечению золота в Хомстэке накопили значительный опыт, который очень полезен для нас для улучшения работ наших фабрик и проектирования новых.

В течение ряда лет характер хомстэкской руды оставался почти неизменным, вследствие чего методы обработки руды также не менялись по настоящее время. Характерные особенности руды, определяющие эти методы, следующие: 1) амальгамация дает благоприятные результаты; 2) присутствие соединений закиси железа в составе обрабатываемой руды вызывает соответствующие особенности в методах химической и механической обработки хвостов после амальгамации. При определении методов цианирования это является преобладающим фактором; 3) сульфиды и



Фиг. 169.

Новая обогатительная фабрика в Южной Дакоте.

сульфоарсениды, не требуя исключительно тонкого измельчения, легко отдают свое золото, несulfидные же минералы, даже при довольно тонком измельчении, с трудом отдают золото.

В настоящее время при обработке руды удовлетворяются извлечением амальгамацией 63% всего золота, хотя в руде содержится до 70% золота, легко поддающегося амальгамации. Почти все остальное количество свободного золота, состоящего из более легких частиц, извлекается при помощи цианистых растворов обычных концентраций.

Опыт предприятий Хомстэка показал, что себестоимость золота, извлеченного амальгамацией, ниже чем себестоимость золота, извлеченного цианированием. Однако обработка хвостов цианированием целесообразна, так как даже из очень бедного материала можно получить экономически максимальное извлечение. Снижение стоимости обработки оказалось возможным путем введения перколяции.

При решении проблемы измельчения существенное значение имели: легкая растворимость золота, содержащегося в сульфидных рудах, и трудность извлечения его из несulfидных компонентов руды.

Механическая обработка начинается под землей дроблением в трех щелевых дробилках Трейлора, работающих на горизонтах 240 м, 420 м и 600 м. Для добычи руды в каждом случае применяется питатель типа Аргон (Allis Chalmers), причем более мелкие куски предварительно отделяются на грохоте с прозорами в 15 см. Все устройство приводится в движение от мотора в 125 л.с., произвольность каждой дробилки равна 850 т в час при дроблении до 15—20 см. Продукт дробления соединяется с рудой, прошедшей через грохот, поступает через бункера в вагонетки и транспортируется к скипам, в которых она выдается на поверхность. Из скипов руда поступает в бункера, откуда подается для среднего дробления к двум 7-футовым конусным дробилкам Саймонса (одна из них находится обычно в резерве). Дробилки приводятся в движение моторами Allis Chalmers в 250 л.с., причем дробление производится до 5 см. Руда поступает на ленточные транспортеры шириной в 105 см, которые подают ее к конвейерам, загружающим руду в бункер, откуда транспортируется на фабрики в 4-тонных вагонетках (см. главу XI).

У шахты «В и М» дополнительно установлены две жирационные дробилки № 8 Allis Chalmers, приводимые в движение моторами в 70 л.с., и четыре дробилки № 6 с моторами в 35 л.с.

Кроме новой южной фабрики (South Mill) работают еще два старых цианистых завода.

В Терравилле, находящемся на милю севернее города Лэд (Lead), на толченой фабрике Лакахонтас на 160 постов производится измельчение и амальгамация руды, которую затем цианируют на перколяционном заводе № 2 (прежде он назывался Дидвуд-Терра).

Запасы этой северной площадки близки к истощению, и для транспортирования из г. Лэд большей части руды на фабрику используется тун-

нель, который в настоящее время ненадежен. При этих условиях нет смысла производить затраты на переустройство, и работа ведется, как и 30 лет назад.

Песты весят по 400 кг, число падений 90 в минуту; высота порога 25 см, через сетку Рек-Танг № 146/0,024 дюйма.

На фабрике Амикус в городе Лэд, самой лучшей из старых, еще практикуется внутренняя амальгамация. Максимум извлечения амальгамацией производится на первом листе. Первый амальгамационный шлюз укорочен, пульпа с него поступает в классификатор Дорра и затем для тонкого измельчения в трубные мельницы (питание которых производится через конусы. После тонкого измельчения пульпа проходит еще раз по вторым амальгамационным шлюзам. При измельчении употребляются сетки Рек-Танг №№ 110 и 674, самые крупные, которыми можно пользоваться при измельчении, не опасаясь соскабливания амальгамы с поверхности листов. В результате этого ограничения крупности частиц, которые могут подвергаться амальгамации на шлюзе, происходит переизмельчение руды в толчеях. В виду этого стремятся направлять на эту фабрику более богатые руды, которые подвергаются более тонкому измельчению перед амальгамацией, чем на других фабриках.

На южной фабрике, построенной в 1921 г., обрабатывается 60% руды от производительности всего комбината, составляющей 3800—4300 т в сутки. Всего установлено 24 пятипестовых толчейных става. Питание рудой производится при помощи питателя Челленджа из бункера вместимостью 7200 т. Толчейные корыта расположены по системе «back to back» (в два ряда с двумя противоположными направлениями подачи руды и последующего движения шламов). Толчейные корыта, находящиеся с южной стороны, расположены на более высоком уровне, чем северные, но площадка для обслуживания обоих кулачных валов находится на одном уровне. Каждый кулачный вал пятипестовой толчеи приводится в движение электромотором в 25 л.с. Суточная производительность песта колеблется от 15 до 18 т и регулируется подбором сеток.

Изменения сетки и результатов измельчения производится в зависимости от содержания золота, физических свойств руды. Высота порога около 5 см, при отношении ж : т — 5,5 : 1.

Бойки делаются из американской марганцовистой стали, а стулья (наковальни) отливаются на месте из твердого белого чугуна; кулачный вал делается из ковкого железа; стержни пестов — из мягкой стали. Хорошие результаты работы в значительной степени являются следствием механического обслуживания. Толчеи занимают промежуточное место в цепи дробильных аппаратов, состоящей из крупного дробления, мелкого дробления в толчеях и последовательного тонкого измельчения в стержневой и трубной мельницах.

Шламы после толчей поступают для обезвоживания в 8 конусов, имеющих 2,1 м в диаметре и угол наклона в 65°.

Пески из конусов поступают в 8 стержневых мельниц ($1,5 \times 3$ м), работающих в замкнутом цикле с 8 классификаторами Дорра ($1,35 \text{ м} \times 6,7$).

Система зумпов и устройств для переключения, установления между толчелями и конусами дает возможность направлять пульпу из любой точки к любому из трех конусов для обезвоживания.

Каждая стержневая мельница имеет дробильную нагрузку весом около 11 т, состоящую из трехдюймовых стержней (0,85—1% углеродистая сталь).

Опыты применения стержней из специальных сталей, стержней меньшего диаметра и более тяжелых дробящих нагрузок не дали успеха. Стержневые мельницы приводятся в движение моторами в 100 л. с. Средняя рабочая нагрузка каждого мотора составляет 75 л. с. Облицовка мельниц делается из марганцовистого чугуна, частично из обыкновенного и выдерживает работу около 7 мес. Облицовка на концах мельниц из специальной стали; со стороны питания она стоит в течение 4 лет, со стороны разгрузок — около 2 лет.

Как выше указано, 6 стержневых мельниц установлены для измельчения пульпы, поступающей от 120 пестов. Позже производительность толчей была увеличена и соответственно были установлены дополнительно 2 мельницы. Работа фабрики после этого улучшилась.

Производительность мельницы в среднем немного более 200 т в 24 часа. Пульпа из отделения стержневых мельниц поступает во вторую серию конусов для обезвоживания, нижний продукт из которых является питанием для трех трубных мельниц Allis Chalmers ($15 \times 4,2$ м), и одной галечной мельницы Гардинга ($1,8 \times 1,8$ м), имеющих в качестве дробящей нагрузки 5-см привозную гальку.

Футеровка трубных мельниц делается из резины Goodrich (первый ряд который служит до 5 лет), из марганцовистого чугуна или бельгийского кварца. Резина постепенно вводится как стандартная футеровка, ибо ее прочность и хорошая работа в достаточной степени компенсируют высокую стоимость.

Интересно отметить (хотя и трудно это объяснить), что мельница с резиновой футеровкой имеет более высокую производительность, а в то же время расходует меньше энергии.

Разгрузка из галечных мельниц поступает на классификаторы Дорра, работающие в замкнутом цикле с мельницами. Тонкое измельчение в галечных мельницах в достаточной степени обнажает мелкие зерна золота для вторичной амальгамации и последующего цианирования. Кроме указанной главной задачи тонкого измельчения, эта операция обработки руды контролирует также равномерное измельчение в стержневых мельницах.

Сливы с классификаторов галечных мельниц и со второй группы обезвоживающих конусов соединяются и поступают в дальнейшую гидрометаллургическую обработку.

Амальгамация на фабрике «Южной»

Амальгамация начинается в стержневых мельницах, в которые периодически заливается ртуть.

Выгрузка из мельниц делается через сетку и поступает в амальгамационную зумф, где происходит разбавление ее некоторым количеством слива с конуса до соотношения 1:1. Большая часть крупного золота осаждается в этом зумфе. Значительная часть золота вполне амальгамируется, но некоторые более крупные частицы подвергаются только поверхностной амальгамации.

Небольшое количество крупных частиц, преимущественно из богатых руд, расщепляется под ударами стержней и остается вместе с железным скрапом, не прошедшим через сетку, в виду чего принимают меры, чтобы не потерять золото с указанным продуктом.

Таких частиц весьма немного, но наличие их является результатом действия наклепа на золото, что, по мнению профессора Эггльтона, не дает им возможности подвергнуться амальгамации.

Зумф вычищается каждые две недели во время перерыва работы; то же производится с классификаторами и другими частями рабочих механизмов, в которых может остаться амальгама. Задержка последней в этом цикле раза в два больше, чем при внутренней амальгамации на толчейных фабриках старого типа. Слив из зумфа проходит по амальгамационным листам, которыми выложено дно желоба, отводящего пульпу к классификаторам. Их натирают каждые четыре часа. Слив с классификатора распределяется поверх 12 посеребренных листов размерами $2,7 \times 7,2$ м.

Съемка листов производится один раз в 24 часа. Амальгама с добавкой ртути очищается в ступах Уэдждуда и отжимается в гидравлическом прессе. Шлихи измельчаются в бочке ($0,6 \times 0,9$ м), при помощи стальных шаров. Ртуть добавляется в бочку, которая приводится в медленное вращение. Измельченные шлихи выгружаются через полую цапфу и поступают в цикл обработки. Отмытая амальгама ежедневно направляется в плавильное отделение, где производят отпарку. Для отгонки ртути употребляют реторты, обогреваемые газовым пламенем. Количество лигатурного золота, получаемого после отпарки, составляет около 43% от веса отжатой амальгамы. Плавка производится в коксовых самодувных горнах.

В течение 1930 г. на «Южной» фабрике амальгамацией получено химически чистого золота на 2 817 567 долларов. Расход ртути составлял около 4 г/т обработанной руды, что стоит около 0,0125 долларов. Общая стоимость амальгамации составляет менее чем 0,005 долларов на один доллар извлеченного золота.

Цианирование

Характерным для гидрометаллургической практики Хомстэка является применение перколяции ко многим типам золотых руд, причем перколяция

является весьма эффективной даже после сравнительно тонкого измельчения; выгода измельчения в воде практически реализуется, если обезвоживание иловой пульпы производится до начала цианирования в вакуум-фильтрах или в фильтр-прессах.

Следующий ситовой анализ является характерным для песков, идущих в перколяцию: + 50 : 4%; + 80 : 15%; + 100 : 12%; + 150 : 17%; + 200 : 18%; — 200 : 34%.

Илы, цианируемые в фильтр-прессе, содержат 99%—200 меш. Классификация в конусах дает разделение песков от илов, каждые из которых обрабатываются на соответствующем циановом заводе.

Для этого осуществляется классификация в три стадии: 1 — непосредственно на толчейной фабрике, другие — на перколяционном заводе.

Слив с первой серии сразу осветляется и представляет воду, годную для перекачивания обратно на толчейную фабрику или для гидравлической выгрузки эфелей.

Нижний продукт с отношением к воде, равным 3,5 : 1, поступает по чугунным трубам во вторую серию конусов, расположенных на перколяционном заводе.

Последняя серия конусов снабжена устройствами для промывки снизу вверх щелочной водой, полученной в качестве слива от предшествующей загрузки. Конуса изготавливаются на месте и снабжаются сменными устройствами для загрузки со вкладышами из твердого железа различных диаметров. Первые конуса от 2,4 до 3 м со вкладышами до 1½"; промежуточные конуса около 2,1 м в диаметре, третьи конуса (контрольные) — 1,2 м в диаметре с наклоном стенок, равным 70°, и со вкладышами около 62,5—80 см в диаметре. Сигнальное приспособление указывает на закупорку конуса.

Выщелачивание песка производится в чанах из дерева. На перколяционном заводе № 2 установлены четыре чана диаметром 16,5 м и глубиной 3,2 м. На заводе № 1, наиболее существенном по своему значению, находится 19 чанов диаметром 13,2 м и полезной глубиной 3,15 м. Чаны расположены в три ряда, причем каждый из них обслуживается передвижным распределителем Беттерса-Мейна.

Известь измельчается в толчее через сито в 7 меш и смешивается с песком в то время, когда последний выгружается из третьей серии конусов. Над днищем чана устраивается фильтр, монтируемый на обычного типа решетке из соснового дерева; он состоит из ряда кокосовых матов, покрытых грубой парусиной.

Для цианирования употребляется препарат аего-brand, широко вытесняющий препараты с более высоким содержанием цианида. Цианид загружается в раствор посредством шнекового питателя, привод которого соединен с индивидуальным мотором.

Металлургическая практика выщелачивания установила необходимость повторной аэрации загрузки, так как введение достаточного коли-

чества кислорода необходимо для осуществления высокого извлечения. Выгоды достигаются также снижением количества цианидов путем обычной производимой аэрацией пульпы после измельчения в воде и перед смешением с цианистыми растворами.

Аэрация в перколяционных чанах после загрузки в них эфелей производится продувкой воздуха, вводимого под низким давлением в пространство под фильтром чана. Давление при этом должно быть немного более, чем сопротивление столба песка.

Практика перколяции указывает на необходимость равномерного распределения мелкого песка внутри перколяционного чана, а также на необходимость избегать всех факторов, могущих вызвать преимущественное просачивание растворов через известные участки нагрузки.

Для этого необходимо полное отделение ила от песка, осуществляемое вышеописанной тщательной классификацией, и полное дренирование загрузки до продувки воздухом.

Практика выщелачивания достигает осуществления повторного обогащения золотом цианистых растворов перед тем, как их отправлять на осаждение. При этом последние растворы, получаемые при обработке предыдущего чана, не направляются непосредственно в осаждение, а подкрепляются и перекачиваются в следующий чан.

При такой системе достигают экономии растворов и цинка. Общее количество употребляемого раствора составляет всего только полтонны на тонну песка (50%).

Дренирование новой загрузки для ее обезвоживания дает возможность удалить вместе с водой сульфаты и тиосульфаты.

После второй аэрации цианистый раствор, залитый сверху, содержит те же самые соединения в большом количестве. Через некоторое время в растворе появляются роданистые соединения (тиоцианаты), за которыми следуют первые следы цианидов.

Золото появляется в вытекающем растворе вскоре после того, как появляются первые следы свободного цианида.

Иногда этот промежуток бывает настолько коротким, что в Хомстэке применяют реакцию с хлорным железом для открытия роданистой соли, так как присутствие последней определенно указывает на возможность одновременного присутствия цианида в растворе.

Наличие чрезвычайно низкой щелочности благоприятно для процесса перколяции. Высокая щелочность задерживает извлечение и вероятно мешает извлечению последних 5—10% растворимого золота. Перколяция происходит под действием естественной тяжести растворов. Гидравлическая выгрузка производится водой под давлением 10 фунт. Вообще задачей является получать после перколяции раствор возможно более низкой крепости по цианиду (около 0,035% NaCN), который можно было бы непосредственно направлять на осаждение. Более крепкий раствор должен подкрепляться цианидом, добавляемым в соответствующем количестве для

Таблица 51. Извлечение перколяцией по классам

Класс песка	Вес в %	Содержание в долларах на 1 т золота		Извлечение в %
		В нач. матер.	В хвостах	
+ 50	2,5	0,91	0,42	54,0
- 50 + 80	11,5	0,05	0,36	82,0
- 80 + 100	11,5	2,35	0,54	77,0
- 100 + 150	17,0	2,05	0,44	77,0
- 150 + 200	21,5	2,32	0,42	82,0
- 200	33,0	3,85	0,39	90,0
Итого и средние числа	100,0	12,50	0,42	83,2

Таблица 52. Стоимость обработки 1 т руды (в 1929 г.)
(в долларах)

По всем заводам

Измельчение	0,038
Механическая обработка	0,027
Цианирование	0,189
Итого	0,254

Южный завод

Управление	0,011
Толчи	0,089
Стержневые мельницы	0,084
Галечные мельницы	0,014
Амальгамация	0,014
Опробование и обработка осадка	0,013
Прочие расходы	0,010
Итого	0,235

Расход реактивов в 1930 г.

Ртуть в г/т обработанной руды	3,1
Цианид в г/т	9
Цинковая пыль г/т	27
Известь кг/т	1,2

Результаты извлечения по отдельным стадиям металлургической обработки за первое полугодие 1931 г.

	Тоннаж обработанной руды	Извлечение золота на тонну обра- ботанной руды (в долл.)	%
Амальгамация	697 810	4,34	62,20
Цианирование песка	393 462	1,48	21,12
Цианирование илов	302 519	0,72	10,33
Итого	—	6,54	93,65
Хвосты	—	0,44	6,35
Общее для всей руды	697 810	6,98	100,00

обеспечения необходимой концентрации в течение всего процесса перколяции.

Обычная крепость растворов составляет 0,08—0,09%.

Расход цианида около 0,11 кг на тонну.

Типичный цикл обработки песка

Нагрузка № 1535, 7—13 июля 1931 г. 654 т, начальное содержание 2,51 долл., содержание в хвостах 0,45 долл., извлечение 82,1%.

Ситовой анализ нагрузки, не содержащей никакого коллоидного материала: + 50 меш — 4%; + 80 меш — 15%; + 100 меш — 11%; + 150 меш — 17%; + 200 меш — 19%; — 200 меш — 34%.

Цилиндрические чаны 13,2 × 3 м, глубина 12,5 см, вместимость 670 т (сухой вес) при глубине загрузки в 2,95 м.

Название операции	Продолжительность	
	Часы	Мин.
1. Наполнение	8	20
2. Первое дренирование	15	40
3. Первая аэрация	14	—
4. Выщелачивание крепким раствором	16	—
5. Второе дренирование	12	—
6. Вторая аэрация	11	—
7. Выщелачивание крепким раствором	14	—
8. Третье дренирование	10	—
9. Третья аэрация	10	—
10. Выщелачивание слабым раствором	12	—
11. Промывка водой	29	30
12. Гидравлическая выгрузка	1	30
Итого	154	—

Иловый процесс

Ила, поступающие из конусов, обезвоживаются в целом ряде чанов различного размера и устройства; самыми лучшими из них являются два — 16,2-м сгустителя Дорра.

Выходящая из них уплотненная пульпа содержит 35% твердого вещества и по наклонному трубопроводу поступает на иловый завод, находящийся на расстоянии более 4,8 км.

В цианировании илов повторяются те же принципы, на которых в Хомстэке основан процесс перколяции. Так, в обработке илов применяются периоды сушки, аэрации и выщелачивания; низкая щелочность раствора, обогащение растворов золотом перед осаждением из них последнего, что достигается повторной последовательной обработкой двух нагрузок одним раствором.

Оборудование, применяемое на иловом заводе, не отличается от вышеописанного оборудования перколяционных заводов. Оно приспособлено к обработке материала более тонкого, чем 200 меш.

Оно состоит из 31 фильтр-пресса Мерриля на 26 тонн ила каждый, состоящий из 90 рам, размером 1,8 м × 1,2 м × 10 см. Эти фильтр-прессы наполняются последовательно. Последняя операция доводит содержание воды в кэки до 27%.

Кэки сначала аэрируются и затем выщелачиваются раствором, содержание в котором свободного цианида находится в пределах от 0,06 до 0,08%.

После промывки водой содержимое фильтра выгружают, не открывая последнего, посредством смывания из сквозной трубы, вращающейся по дуге приблизительно в 200°. Эта труба проходит через весь фильтр и подает воду через сопло диаметром $\frac{5}{32}$ дюйма, причем каждой раме соответствует особое сопло.

Время обработки в общем колеблется между 7 и 10 часами в зависимости от состава и характера илов. В случае чистого (кристаллического) ила, не содержащего пордуктов окисления, для наполнения требуется около одного часа; в случае коллоидного и частично окисленного продукта, время наполнения увеличивается на 50%. В последнем случае обработка соответственно удлиняется, извлечение из окисленного ила начинается позже, требуя больше времени и, будучи менее полным, чем в случае неокисленного материала. Смывание в последнем случае также менее полно, ибо кусочки ила прилипают к тканям и этим уменьшают производительность фильтр-пресса. Так как количество ила, задерживаемого таким образом, колеблется почти пропорционально времени наполнения, то оно просто может быть вычтено при определении производительности завода.

Плиты фильтр-пресса покрывают двумя накладываемыми сверху слоями ткани, причем легкую киперную ткань помещают ближе к раме; она является как бы подкладкой для второго слоя ткани — грубой бумажной

парусины № 10, которая покрывает первый слой; таким образом предотвращается внедрение более грубой ткани в желобки плит. Продолжительность службы ткани колеблется от 16 до 30 месяцев и зависит в значительной степени от сорта употребляемой бумажной ткани. Средние обычные рыночные сорта служат около 30 месяцев.

Типичный цикл обработки илов (в фильтр-прессе Мерриля)

Нагрузка, обработанная 12 июля 1931 г., около 24 т; содержание золота на тонну 1,80 долл.; содержание в хвостах на тонну 0,20 долл., извлечение 88,9%.

Название операции	Продолжительность	
	Часы	Мин.
1. Наполнение	1	25
2. Аэрация	1	30
3. Уплотнение	—	15
4. Выщелачивание крепким раствором	—	30
5. Контакт с раствором	—	40
6. Аэрация	1	—
7. Выщелачивание крепким раствором	—	25
8. " средним "	1	15
9. " слабым "	—	25
10. Промывка водой	1	40
11. Смывание кэки	1	05
Итого	10	10

Осаждение из цианистых растворов на всех заводах производится при помощи цинковой пыли (Merillite) по способу Мерриля Кроу.

Интересной особенностью является добавление вспомогательного порошка для фильтрации (celite), причем оба вещества подаются ленточным питателем типа Хомстэк, приводимым в движение мотором.

Обескислороживание растворов производится насосами Горднер-Рикс. Смесь цианистого раствора с осадителем подается насосами Триплекс-Альдрич к 52-дюймовым осадительным прессам, имеющим треугольные рамы. Плиты фильтра обычно покрывают легкой бумажной тканью, но теперь принят так называемый сатин, немного отличающийся по характеру ткани от прежде употреблявшегося муслина.

Для фильтрации употребляется двойной слой ткани, причем ткань, находившаяся в непосредственном соприкосновении с осадком, сжигается при каждой съемке и зола соединяется с продуктом фильтрации. Слой новой ткани помещается затем непосредственно на раму, а ткань, находившаяся ранее на этом месте, непосредственно соприкасается с осадком в течение последующей фильтрации. Наружный слой ткани иногда окраши-

вается водным раствором целита (celite), что уменьшает количество осадка, прилипающего к ткани и попадающего в золу.

Растворы, получаемые после перколяции, осветляются фильтрацией путем просачивания через слой песка. Растворы после цианирования илов также подвергаются осветлению.

В тех случаях, когда крепкий раствор не может быть полностью осажден, следует отметить осаждение так называемых слабых растворов.

В случае появления течи в ткани фильтра мутный вытекающий раствор сразу направляется в зумф крепкого раствора, где улавливается значительное количество выносимого осадка.

Осветление слабых растворов осуществляется при помощи насосов с центрофугой Гульда через небольшой фильтр-пресс.

Чистый осадок смешивается с глетом и бурой и брикетируется в гидравлических прессах в брикеты размером в 5×4 дюйма, которые высушиваются и загружаются в свинцовую ванну газовой печи, служащей на этой стадии процесса отражательной печью для плавки на веркблей.

Когда под печи заполнен, снимают шлак и производят дополнительную загрузку брикетов. Затем производят вдувание воздуха через фурмы, направляя воздушную струю на поверхность свинца. Получаемый в результате глет всплывает в передней части печи и непрерывно удаляется через глетовую канавку, устроенную в передней части печи. Последние порции глета медистые. Когда глет удален, на поду печи остается сплав золота и серебра (металл Доре), отвечающий обычно 975 пробе, по суммарному содержанию драгоценных металлов.

Этот сплав вынимается из печи, разбивается на куски меньшего размера, плавится в графитовых тиглях и отливается в изложницы.

В небольшой шахтной печи плавятся все оборотные шлаки, штейны, печные выломки, сор и другие отходы производства; в результате этой плавки получают веркблей и ничтожное количество штейна.

Если осадок содержит значительное количество цинка и последнее может повлиять на плавку, то в этом случае осадок предварительно обрабатывается кислотой. После этого при шахтовке добавляется некоторое количество измельченного кокса в качестве восстановителя.

Этим я заканчиваю обзор золоторудной промышленности США.

Перехожу к третьей части (второй том), где описаны золотые рудники и фабрики СССР и методы работы на них.

Чтобы удобнее было сравнивать их между собой, описание наших советских рудников помещено сейчас же вслед за американскими, а методы работ на россыпном золоте отнесены к последней части II тома.

Приложения

ПРИЛОЖЕНИЕ I

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Annual Report of the Director of the Mint for the Fiscal Year 1927. Treasury Dep. Doc. № 2983. W. 1928.
 2. Annual Report for the Year 1926. State of Colorado. Bureau of Mines. 1927.
 3. California Mineral Production by Walter W. Bradley. Dep. of Nat. Resources. 1927.
 4. Gold Placers of California by Ch. S. Haley. Cal. St. Min. Bureau. 1923.
 5. Gold, Silver etc. in S. Dakota. U. S. B. of M. W. 1927.
 6. Gold, Silver, Copper and Lead in California by James M. Hill. U. S. Bureau of Mines. W. 1928.
 7. Gold, Silver, Copper, etc. in Utah. W. 1927.
 8. Geology of the Region around Lead. S. Dakota by Sidney Paige. U. S. Geol. Survey. 1924.
 9. Mining in California. Cal. St. Min. Bureau. 1927.
 10. Mineral Industry of Alaska. Administrative Report by P. S. Smith. U. S. Geol. Survey. 1927.
 11. Mining Developments and Water Power Investigations in Southeastern Alaska by I. B. Merte and G. H. Ganfield. 1924.
 12. The Mineral Industry. Volume 35—41.
 13. Ore at Deep Levels in the Cripple Creek, Colorado. G. F. Lougein. U. S. Geol. Survey. 1926.
 14. Placer Mining Methods and Costs in Alaska by Norman L. Wimmier. U. S. Bureau of Mines. 1927.
 15. I. P. Dunlop. Gold and Silver in U. S. General Report. U. S. Bureau of Mines. 1927.
 16. Ore-Dressing Principles and Practice by Th. Simons, Professor of Mining Engineering. University of Montana. 1924.
 17. Elements of Mining by George J. Young. M-c Graw-Hill Book Company. N. Y. 1927.
 18. Handbook of Ore Dressing, by Arthur F. Taggart. N. Y. 1928.
 19. Mining Engineer's Handbook Robert Peele. N. Y. 1927.
 20. Handbook of Ore Dressing Equipment and Practice by A. B. Allen. N. Y. 1920.
 21. Goodman. Mining Handbook. 1927. Chicago U. S. A.
 22. Gold Dredging in the United States by Charles Janin. Washington. 1927.
 23. Gold Mining And Milling. In United States and Canada by Ch. F. Jackson and J. B. Knaebel.
 24. R. L. Lewis. Elements of Mining. 1933.
 25. Ph. Rabone. Flotation Plant Practice. 1933.
 26. Richards and Locke. Textbook of Ore-Dressing.
 27. Gaudin. Flotation.
 28. B. Beringer. Underground Practice in Mining.
 29. Lindgren. Mineral Deposits.
 30. Gunther. Examination of Prospects.
-

П Р И Л О Ж Е Н И Е II

СПИСОК ТАБЛИЦ

	Стр.
1. Добыча золота в США по отдельным штатам в 1933 г.	13
2. Мировая добыча золота за 1932 и 1933 гг.	14
3. Заработная плата на приисках Аляски	21
4. Некоторые драги, работающие теперь в Аляске	75
5. Добыча золота в США в 1926 г. по штатам и по источникам добычи.	114
6. Наиболее крупные производители золота в США в порядке размеров добычи	119
7. Характеристика добычи руд, содержащих одно золото, или золото совместно с другими металлами	121
8. Значение рудных минералов в различных, по возрасту, месторождениях золота в США	130
9. Добыча золота в Аляске за 21 год	139
10. Стоимость руды на рудниках компании Аляска-Жюно	140
11. Добыча золота в Калифорнии	141
12. Добыча золота в Колорадо	143
13. Добыча золота в Канаде	146
14. Добыча золота в Онтарио	147
15. Стоимость углубки вертикальной шахты (1,8 × 4,9 м) в долларах	159
16. Стоимость проходки рудничных дворов на шахте в долларах	160
17. Стоимость проходки шахты Випонд (Онтарио) в долларах	161
18. Расстояние между горизонтами на некоторых золотых рудниках США	164
19. Размер передовых забоев при подготовительных работах на золотых рудниках в США и Канаде	168
20. Обычная стоимость проходки штреков и квершлагов в США	170
21. Отношение между количеством выработанной руды и протяжением подготовительных работ	176
22. Себестоимость подготовительных рудничных работ на некоторых золотых рудниках США и Канады	178
23. Расход двузущей энергии на одну тонну руды, добываемой в Хомстэке	198
24. Типичные данные себестоимости выемки руды в очистных работах на золотых рудниках США и Канады	221
25. Расход крепи, взрывчатых веществ и рабсилы на тонну руды в очистных работах	223
26. Стоимость подземных работ на некоторых золотых рудниках США	225
27. Данные о расходе рабсилы, материалов и энергии в подземных работах на некоторых золотых рудниках в США и Канаде.	226
28. Типы машин, применяемых на американских обогатительных фабриках	230
29. Данные о дробилках Блэка	231
30. Данные о дробилках Доджа	232
31. Данные о дробилках Gates	234

	Стр.
32. Данные о дробилках M-c Cully	235
33. Данные о дробильных валках	237
34. Данные о дробилках Symons'a	239
35. Данные об износе шаров и футеровки	243
36. Данные о шаровых мельницах	244—245
37. Данные о стержневых мельницах Марсу	247
38. Данные об износе футеровки и стержней	—
39. Трубные мельницы	248
40. Галечно-шаровые мельницы	249
41. Конические шаровые мельницы	—
42. Сравнение мощности и производительности разных мельниц при тонком измельчении	250
43. Сравнение стоимости тонкого измельчения в конических и цилиндрических шаровых и стержневых мельницах (в долл. за тонну).	—
44. Данные о конусах Allen'a	259
45. Данные о классификаторах Дорра.	261
46. Стандартная шкала сеток	301
47. Анализ материала, подаваемого в шаровую мельницу	—
48. Анализ материала, подаваемого в трубную мельницу.	303
49. Себестоимость различных операций	310
50. Общая стоимость всех операций	—
51. Извлечение перколяцией по классам	324
52. Стоимость обработки 1 т руды (в 1929 г.)	—

ПРИЛОЖЕНИЕ

СПИСОК ФИГУР

	Стр.
1. Разведчик-золотоскатель на Аляске	11
2. Карта Аляски с указанием горных районов (вклейка)	14—15
3. Старатель за работой в районе Номе	16
4. Перевозка грузов на собаках	18
5. Перевозка грузов трактором	20
6. Группа старателей в Калифорнии	22
7. Горный инженер Аляски Б. Д. Стюарт на летней разведке	24
8. Буровой станок Кийстона и рокер для промывки проб в районе Шаста. Калифорния	27
9. Станок Каликс для колонкового бурения	28
10. Буровой станок Кийстон	30
11. Алмазный станок Крелкус	31
12. Общий вид бура Эмпайр	32
13. Старатели в пути на прииски	33
14. Смывание поверхностных слоев тундры (т. е. торфов) в Аляске	37
15. Смывание тундры (т. е. торфов) на Кэндаль Крик при помощи водобоев	38
16. Работа по оттаиванию вечно-мерзлого грунта при помощи пара	40
17. Оттаивание вечно-мерзлого грунта на Оттер Крик, Айдитород	41
18. Работы с помощью разъемной наковальни в районе Номе	42
19. Оттаивание вечно-мерзлого грунта при помощи холодной воды	43
20. Штанга для оттаивания вечно-мерзлого грунта F. E. Co, № 71142	45
21. Сооружение плотины в Аляске	50
22. Установка сплотков в Аляске	53
23. Сооружение сифона в районе Клондайка	54
24. Давящий ларь и начало деревянного трубопровода	55
25. Работа водобоев в районе Номе	59
26. Работы водобоями на речке Глэшер Крик в районе Номе	60
27. Крылья и ворота шлюза на Кроу Крик, Аляска	61
28. Два водобоя смывают грунт в ворота шлюза в районе Иенты	63
29. Зачистка постели в районе реки Юкона	68
30. Работа по речке Литтл Крик в районе Номе	69
31. Современная драга калифорнийского типа 1927 г. Вид спереди	76
32. Современная драга калифорнийского типа. Вид сзади	77
33. Верхний ведущий барабан драги завода Юба	78
34. Бочка или скрин на заводе в Мерисвиле, Калифорния	79
35. Улавливающие столы большой 18-футовой драги в районе Натомы, Калифорния	81
36. 4-барабанная лебедка во время сборки на заводе в Калифорнии	83
37. Гидроэлектрическая станция в Аляске	84
38. Постройка котельного здания для новой электрической станции в Фербэнксе	85

	Стр.
39. Открыты работы на Бонанза Крик	91
40. Работы при помощи подвешного экскаватора	96
41. Работы при помощи паровой лопаты в районе Юкона	97
42. Шахта в районе Фербэнкса	100
43. Устройство шлюза в Аляске	105
44. Готовая продукция Юконской золотопромышленной компании	108
45. Забойщик	109
46. Рудник и обогатительная фабрика компании Портланд в Колорадо	115
47. Кирклэнд-Лейк, Онтарио. Вид рудника и обогатительной фабрики Лейк-Шор	117
48. Простые трещинные жилы с рудными столбами обогащения, район Гресс-Валлей, Калифорния	120
49. Кварцевые прожилки в жиле на Гресс-Валлей, Калифорния	122
50. Прожилки в забое на руднике Аляска-Жюно	123
51. Контактный метаморфический тип рудного тела Спринг-Хилл, Монтана	124
52. Контур трубы Крессон, Криппл Крик, Колорадо	125
53. Тип золотых жил на острове Дуглас, Аляска	126
54. Поперечный разрез системы жил на руднике Стандарт-Боди, Калифорния	133
55. Схема и продольное сечение рудных тел в жиле Том Рид, Отман, Аризона	134
56. Рудные столбы в верхней части жилы на руднике Тек-Юз (Онтарио) и убогие зоны между 8-м и 9-м горизонтами	136
57. Отправка новой драги на пароходе из Сан-Франциско в Номе, Аляска	140
58. Группа рабочих на рудниках о-ва Кэниеди, Калифорния	141
59. Рудник о-ва «Аргонавт», Калифорния	142
60. Группа золотых рудников в районе Криппл Крик, Колорадо	144
61. Поискные работы по вскрытию в Рэвен-Хилл, Криппл Крик, Колорадо	150
62. Выход двух жил на склонах холма. Жилы падают в противоположных направлениях	152
63. Разведка буровыми скважинами через короткие промежутки: А — жила смещения, крутопадающая; Б — жила смещения, пологопадающая	154
64. Общий вид поверхности в Гольдфильдс, Невада	158
65. Копер вертикальной шахты в районе Отман, Аризона	162
66. Копер для наклонной шахты в районе Гресс-Валлей, Калифорния	163
67. Погрузочно-скиповая станция рудника Лейк-Шор, Онтарио. Цепной затвор погрузочного бункера	166
68. Подготовительные работы в жиле, расщепленной в одном конце. А — сечение через центральную шахту, В — план 13-го горизонта рудника Тек-Юз	167
69. План нижних горизонтов рудника «Аргонавт» с указанием передовых забоев	171
70. План горизонта 165 м рудника Холлинджер. Схема подготовительных работ	172
71. Часть горизонта на руднике Хомстэк и схема подготовительных работ	173
72. Полностью подготовленный забой, готовый для отпалки в северном рудном теле рудника Аляска-Жюно	175
73. Продукция золотого рудника компании Хомстэк в Южной Дакоте с 1878 по 1924 г.	183
74. Группа «Б» и «М» рудников компании Хомстэк в Южной Дакоте	184
75. Группа рудников Елиссон компании Хомстэк в Южной Дакоте	185
76. Один из горизонтов рудника Хомстэк	186
77. Шахта Елиссона. Приспособление для смены скипов на глубине 690 м	187
78. Отделение для клетей в шахте	188
79. Отделение для клетей в шахте «Б» и «М».	189
80. Прежний способ разработки рудных жил в шахтах Хомстэк	190
81. Современный способ разработки рудных жил в шахтах Хомстэк	191
82. Штрек для откатки вагонеток и скаты (shutes) для их погрузки	192

	Стр.
83. Устройство деревянного настила и штрековых креплений по сторонам камеры	193
84. Засыпка камеры пустой породой по середине и рудой по бокам	194
85. Крепление целиков станковой крепью	195
86. Работа в забое при помощи колонкового перфоратора	196
87. Бурение вверх при помощи «стопера»	197
88. Пневматический локомотив	198
89. Электровоз и вагонетки	199
90. Подземная погрузочная станция	200
91. Два замерных кармана в шахте «Б» и «М» рудника Хомстэк	201
92. Подземная станция для дробления руды	202
93. Подземная станция для разгрузки вагонеток	203
94. Отделение для скипов в шахте «Б» и «М» рудника Хомстэк	204
95. Электрическая лебедка над шахтой Елиссона	205
96. Помещение для компрессоров компании Хомстэк	206
97. Алмазный станок в работе	207
98. Новая надшахтная конструкция над шахтой «Б» и «М»	203
99. Забой с магазинированием	209
100. Очистные работы на руднике Хомстэк	210
101. Забой на руднике Хомстэк	211
102. Очистной забой с последующей закладкой на руднике Лейк-Шор, Кирк-ланд-Лейк, Онтарио	212
103. Типичный очистной забой с последующей закладкой	213
104. Типичное сечение диагонали. Диагональная выемка	214
105. Крепление квадратными окладами: А—два способа заделки, В—квадратный оклад с четырьмя стойками	215
106. Рудник с креплением квадратными окладами, рудник Аргонавт: А—продольное сечение, В—поперечное сечение	—
107. Потолокоступный открытый забой с распорной крепью: А—продольная проекция, В—поперечное сечение	216
108. Разработка подэтажными штреками в средней по твердости и крепости руде: А—продольное вертикальное сечение, В—сечение по X—Y	218
109. Способ очистных работ на руднике Аляска-Жюно	220
110. Дробилка Блэка. Наружный вид	230
111. Дробилка Блэка в разрезе	231
112. Дробилка Доджа	232
113. Дробилка Gates	233
114. Дробилка М-с Cully	235
115. Дробильные валки	236
116. Дробилка Symons'a. Наружный вид	237
117. Горизонтальная дисковая дробилка Symons'a	238
118. Коническая дробилка Symons'a. Наружный вид	239
119. Коническая дробилка Symons'a	240
120. Шаровая мельница Allis Chalmers Manuf. Co	241
121. Улитка Allis Chalmers Manuf. Co	242
122. Улитка Allis Chalmers Manuf. Co	—
123. Футеровка мельницы Allis Chalmers Manuf. Co	—
124. Шаровая мельница Allis Chalmers Manuf. Co	243
125. Разрез прутковой мельницы Marcy	244
126. Трубная мельница типа Gates	245
127. Галечно-шаровая мельница Allis Chalmers Manuf. Co	246
128. Коническая мельница Harding'a	248
129. Цепной грохот	253

	Стр.
130. Дисковый грохот	254
131. Кольцевой грохот Burch	255
132. Вибрационный грохот «Колорадо»	—
133. Вибрационный грохот Allis Chalmers	256
134. Открытый вибрационный грохот	257
135. Барабанный грохот	258
136. Конус Callow	259
137. Конус Allen'a	260
138. Классификатор Дорра	—
139. Стол Вильфлея	261
140. Стол Дейстера	—
141. 6-футовый стол Ваннера	262
142. Агитатор Дорра—стандартный тип	263
143. Пневматический агитатор Пачука	264
144. Сгуститель Дорра	—
145. Фильтр Оливера	265
146. Фильтр Дорра в разрезе	—
147. Питатель Челленджа	266
148. Опробователь Vezin	267
149. Пластинчатый конвейер Вильфлея	268
150. Ленточный транспортер	269
151. Цепной ковшевой элеватор	—
152. Ковшевой ленточный элеватор	270
153. Схема обогатительной фабрики на руднике Граната Гольд Майнс, Квебек	287
154. Общий вид обогатительной фабрики Аляска-Жюно	295
155. Бункер для крупной руды	296
156. Щелевая дробилка 36 × 48 дюймов	297
157. Вибрационный грохот	298
158. Вращательная дробилка	299
159. Отделение шаровых мельниц (ball mills) 8 × 6 футов	300
160. Прутковая мельница Allis Chalmers'a в соединении с классификатором Dorr'a	302
161. Отделение для вторичного дробления (secondary crushers): бункер, фидера, вращательные дробилки и конвейер	303
162. Отделение трубных мельниц (tube mills)	304
163. Отделение концентрационных столов	305
164. Классификаторы во время сборки	306
165. Амальгамационная бочка (amalgamation barrel)	307
166. Реторта и конденсатор	309
167. Схема обработки руды на фабрике Аляска-Жюно	311
168. Отделение амальгамационных столов	314
169. Новая обогатительная фабрика в Южной Дакоте	317

ОГЛАВЛЕНИЕ

		Стр.
От автора		5
Часть первая		
Глава первая.	Общие условия работы по россыпному золоту в США	13
Глава вторая.	Разведка и разведочное бурение	23
Глава третья.	Подготовительные работы в вечномёрзлых грунтах	35
Глава четвертая.	Устройство водоснабжения	49
Глава пятая.	Гидравлические разработки золотых россыпей	57
Глава шестая.	Дражные работы	73
Глава седьмая.	Разработка россыпей открытыми разрезами и шахтами	89
Глава восьмая.	Съемка, доводка и плавка золота	103
Часть вторая		
Глава девятая.	Общие сведения о золоторудных месторождениях Северной Америки	113
Глава десятая.	Краткий очерк золоторудных месторождений США по отдельным штатам	139
Глава одиннадцатая.	Методы эксплуатации на рудниках компании Хомстэк в Южной Дакоте и на некоторых других рудниках США	183
Глава двенадцатая.	Наиболее употребительные машины, применяемые в США для дробления и измельчения золотых руд	229
Глава тринадцатая.	Вспомогательные механизмы, употребляемые в США при обработке золотых руд, песков и илов	253
Глава четырнадцатая.	Методы обработки золотосодержащих руд в Северной Америке	273
Глава пятнадцатая.	Схема обработки руды на фабриках компании Аляска-Жюно	295
Глава шестнадцатая.	Схема обработки, амальгамации и цианирования золотых руд на фабриках компании Хомстэк в Южной Дакоте	317
Приложения	I. Список источников	331
	II. Список таблиц	332
	III. Список фигур	334

ДЛЯ ЗАМЕЧАНИЙ

*Замечания по этой книге прошу прислать автору по адресу
Москва, Наркомтяжпром*

ДЛЯ ЗАМЕЧАНИИ

*Замечания по этой книге прошу прислать автору по адресу
Москва, Наркомтяжпром*